

12 3835
octobre 1973
Trimestriel

1266
fascicule 3

BULLETIN D'ÉCOLOGIE



Bibliothèque

C. Delamaré Deboutteville

Tome IV

SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE

Adresser les cotisations à M. le Trésorier de la Société d'Ecologie
61, rue de Buffon, 75005 PARIS
C.C.P. Société Française d'Ecologie 30.279-62 LA SOURCE
Cotisation 1973 : 50 francs et 100 francs pour les collectivités

Bureau :

Président : Georges LEMÉE, Laboratoire d'Ecologie végétale, Faculté des Sciences, Orsay (Essonne).

Vice-Président : Pierre JOURDHEUIL, Station de Recherches de lutte biologique, 37, boulevard du Cap, 06 - Antibes.

Secrétaire Général : Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Laboratoire d'Ecologie générale, 4, avenue du Petit Château, Brunoy (Essonne).

Secrétaire Générale adjointe : M^{me} Germaine RICOU, Laboratoire de Zoologie agricole, 16, rue Dufay, Rouen (Seine-Maritime).

Trésorier : Jean-Marie TURMEL, Laboratoire de Biologie végétale appliquée, 61, rue de Buffon, Paris 5^e.

Conseil :

AMANIEU Michel, Maître de Conférences, Faculté des Sciences, place Eugène Bataillon, 34 - Montpellier.

BELLAN Gérard, Chargé de Recherches au C.N.R.S., Station Marine d'Endoume, rue de la Batterie des Lions, 13 - Marseille.

BINET Paul, Professeur à la Faculté des Sciences, Laboratoire de Physiologie Végétale, 14 - Caen.

BOUCHÉ Marcel, Chargé de Recherches à l'I.N.R.A., 7, avenue du Cromois, 21 - Quétigny.

BOVARD Pierre, Chef de la Station radioécologie du C.E.A., 42, rue de la République, Esquevilly (Yvelines).

BROSSET André, Maître de Recherches au C.N.R.S., Laboratoire d'Ecologie Générale, 4, avenue du Petit Château, 91 - Brunoy.

CERCEAU Didier, Ingénieur Agronome (ENSAT), 8, avenue de Valenton, 94 - Villeneuve-Saint-Georges.

DELMARE DEBOUTTEVILLE Claude, Directeur du Laboratoire d'Ecologie Générale du Muséum National, Directeur du Laboratoire Souterrain du C.N.R.S., 09 - Moulis, 4, avenue du Petit Château, 91 - Brunoy.

GIUDICELLI Jean, Maître de Conférences, Faculté des Sciences Saint-Gérôme, Laboratoire de Zoologie, Traversée de la Barasse, 13 - Marseille (13^e).

GOUNOT Anne, Maître de Conférences, Faculté des Sciences de Lyon, Laboratoire de Biologie Végétale, 43, boulevard du 11 Novembre 1918, 69 - Villeurbanne.

JOURDHEUIL Pierre, Directeur de la Station de Recherches de lutte biologique et de zoologie, 37, boulevard du Cap, 06 - Antibes.

LAUBIER Lucien, Conseiller scientifique au CNEXO, B. P. 337, 29 N - Brest.

LEMÉE Georges, Professeur à la Faculté des Sciences d'Orsay, 6, avenue Garennière, 94 - Fresnes.

LOSSAINT Paul, Directeur de Recherches au C.N.R.S., Résidence « Blanche Colombe » (D), chemin des Sorbes, 34 - Montpellier.

MARTINAT Michel, Architecte-urbaniste, 13-17, rue Lucien Perquel, 95 - Montmorency.

MOREL Pierre, Vétérinaire-Inspecteur de la Coopération, 10, rue Pierre Curie, 94 - Maison-Alfort.

DE PARCEVAUX Sané, Maître de Recherches à l'I.N.R.A., 51, boulevard de Glatigny, 78 - Versailles.

RAMADE François, Maître de Conférences, Faculté des Sciences, Orsay (Essonne).

RICOU Germaine, Maître de Recherches à l'I.N.R.A., 5, rue Paul Lambard, 76 - Grand-Quevilly.

RIOUX Jean-Antoine, Professeur à la Faculté de Médecine, 18, rue Foch, 34 - Montpellier.

ROUGERIE Gabriel, Professeur à la Sorbonne, 10, avenue du Docteur Roux, 75 - Paris (15^e).

SAUVAGE Charles, Vice-Président de l'Association Internationale d'Ecologie, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, route des Matelles, 34 - Saint-Gély-du-Fesc.

TURMEL Jean-Marie, Maître de Conférences, 1, square Lagarde, 75 - Paris (5^e).

WAUTIER Jacques, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, 164, rue Louis Becker, 69 - Villeurbanne.

Membres étrangers du bureau :

Professeur DUVIGNEAUD, Centre National d'Ecologie générale, 28, avenue Paul Heger, Bruxelles (Belgique).

Professeur SACCHI, Istituto di Zoologia, Palazzo Botta, 21.000, Pavie (Italie).

M. MARGALEF, Cons. Sup. de Investig. Pesqueiras, Universidad de Barcelona, Barcelona (Espagne).

Professeur GIACOMINI, Ordinario di Botanica, Università di Roma (Italie).

Professeur STUGREN, Catedra de Biologie, Universitatea « Babes Bolyan », Str. Clinicilor 5-7 Cluj (Roumanie).

octobre 1973

Trimestriel

PL 3833
fascicule 3

BULLETIN D'ÉCOLOGIE

Table des matières

SOMMAIRE

Table des matières

E. VIGNERON — Évolution de la structure de la faune entomologique de la région
de la vallée de la Loire (1960-1970) 1

R. T. LEBLANC et J. LEBLANC — Étude préliminaire de la faune entomologique
de la région de la Loire (1960-1970) 1

A. VIGNERON — Étude de la faune entomologique de la région de la Loire
(1960-1970) 1

E. VIGNERON — Étude de la faune entomologique de la région de la Loire
(1960-1970) 1

BULLETIN D'ÉCOLOGIE

E. VIGNERON — Étude de la faune entomologique de la région de la Loire
(1960-1970) 1

E. VIGNERON — Étude de la faune entomologique de la région de la Loire
(1960-1970) 1

Table des matières

E. VIGNERON — Étude de la faune entomologique de la région de la Loire
(1960-1970) 1

E. VIGNERON — Étude de la faune entomologique de la région de la Loire
(1960-1970) 1

E. VIGNERON — Étude de la faune entomologique de la région de la Loire
(1960-1970) 1

E. VIGNERON — Étude de la faune entomologique de la région de la Loire
(1960-1970) 1

Table des matières

E. VIGNERON — Étude de la faune entomologique de la région de la Loire
(1960-1970) 1

E. VIGNERON — Étude de la faune entomologique de la région de la Loire
(1960-1970) 1

SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE

Secrétariat général

4, Avenue du Petit-Château

91800 BRUNOY, Essonne (France)

Publié avec le concours financier du Centre National de la Recherche Scientifique

Tome IV



BULLETIN D'ÉCOLOGIE

Fascicule 3

SOMMAIRE

Articles originaux

G. VANNIER. — Incidence du climat sur les Microarthropodes d'un sol forestier en région tempérée. II. Relations faune-climat	151
P. J. LABOURG et B. STEQUERT. — Régime alimentaire du Bar <i>Dicentrarchus labrax</i> L. des réservoirs à poissons de la région d'Arcachon ...	187
A. MONTFORT. — Utilisation du fentanyl citrate pour la capture de Damalisques (<i>Damaliscus korrigum</i>) au Parc National de l'Akagera (Rwanda)	195
C. JACQUIOT. — Un problème d'écologie appliquée : la gestion et la sauvegarde des forêts françaises	203
H. SANDOZ. — Un abri météorologique pour l'enregistrement du micro-climat au niveau des végétaux	209
J. C. ROBERT. — Description d'un piège entomologique lumineux directionnel et automatique	215
N. GOURBAULT. — Habitats des planaires en milieu souterrain	225

Activités de la société

Editorial	239
Allocution de Mr G. LEMÉE, Président sortant	239
Compte-rendu de l'Assemblée générale	240
Motion adoptée par la Société d'Ecologie	243

Informations

Conférence de l'I.U.L.A. sur l'environnement	245
Le problème des Parcs nationaux en France : le cas du Parc national des Pyrénées	246

Résumés de thèses

A. TAMISIER. — Etho-écologie des Sarcelles d'hiver <i>Anas c. crecca</i> L. pendant leur hivernage en Camargue	249
H. CAGNIANT. — Les peuplements de fourmis des forêts algériennes. Ecologie, biocénétique, essai biologique	251
Analyse d'ouvrages	255

LE BULLETIN D'ÉCOLOGIE

EN 1974

Le Bulletin d'Ecologie va entamer sa cinquième année d'existence en 1974. C'est maintenant une revue qui a plus de 900 abonnés et qui publie chaque année 500 pages de texte. La gestion d'une telle revue est lourde et dépasse les possibilités du secrétariat. Aussi le Conseil et le Bureau de la Société ont-ils été obligés de prendre les décisions suivantes :

1) A partir de 1974 le *Bulletin d'Ecologie* sera pris en charge par les éditions Masson qui s'occuperont de toutes les tâches matérielles que le secrétariat ne pouvait plus assurer. Il est bien entendu que le Conseil de la Société continue de décider seul du contenu du Bulletin. Nous espérons que ce système aura l'avantage de faire connaître le bulletin dans des milieux où il était encore ignoré, à l'étranger en particulier.

2) L'augmentation constante des frais d'impression et de gestion nous obligera à augmenter la cotisation. Le Bureau proposera à l'Assemblée générale d'adopter pour 1974 le principe d'une cotisation de 75 F qui se décomposera comme suit :

— adhésion annuelle à la Société : 15 F ;

— abonnement au Bulletin : 60 F.

Cette somme est portée à 85 F pour nos adhérents de l'étranger et à 150 F pour les collectivités. En séparant ainsi adhésion et abonnement nous nous mettons en règle avec les directives de l'administration des Finances.

Un relevé effectué récemment par le Trésorier a montré que beaucoup d'adhérents doivent 1 an, parfois 2 ans de cotisation. Nous lançons un pressant appel à tous pour qu'ils paient leurs cotisations en retard. Le Bulletin ne peut continuer à paraître qu'à cette condition.

3) Le retard dans la parution du Bulletin est peu à peu rattrapé. Le fascicule 4 de 1973 sera distribué au mois de mars. Nous espérons que la parution en 1974 sera plus régulière.

Nous rappelons à tous nos adhérents que les articles originaux et les mises au point traitant d'écologie générale et d'écologie appliquée sont les bienvenus, de même que les analyses d'ouvrages, les annonces de Colloques, et toutes les nouvelles intéressant le domaine de l'écologie.

INCIDENCE DU CLIMAT SUR LES MICROARTHROPODES D'UN SOL FORESTIER EN RÉGION TEMPÉRÉE

II. RELATIONS FAUNE-CLIMAT

par Guy VANNIER

Laboratoire d'Ecologie générale du Muséum National d'Histoire Naturelle,
4, avenue du Petit-Château, 91800 - BRUNOY, Essonne.

SOMMAIRE DE LA DEUXIEME PARTIE

RÉSUMÉ — ZUSAMMENFASSUNG	152	g. Collemboles Entomobryens	172
C. — ANALYSE FAUNISTIQUE	152	Considérations d'ensemble	173
1. — Dénombrement et distribution verticale des Acariens et des Collemboles dans chaque parcelle	152	3. — Influence de l'humidité du sol sur la distribution verticale des Acariens et des Collemboles dans chaque parcelle	174
a. Acariens Oribates	157	a. Acariens Oribates	174
b. Autres Acariens ou Mésostigmates ..	158	b. Autres Acariens ou Mésostigmates ..	175
c. Collemboles Néélides	160	c. Collemboles Néélides	175
d. Collemboles Symphyléones; Sminthu- rides et Dicyrtomides	160	d. Collemboles Symphyléones; Sminthu- rides et Dicyrtomides	176
e. Collemboles Poduromorphes	163	e. Collemboles Poduromorphes	176
f. Collemboles Isotomides	164	f. Collemboles Isotomides; cas parti- culier	177
g. Collemboles Entomobryens	166	g. Collemboles Entomobryens	182
Considérations d'ensemble	167	Considérations d'ensemble	183
2. — Influence du facteur thermique sur la distribution verticale des Acariens et des Collemboles dans chaque parcelle	168	CONCLUSION	183
a. Acariens Oribates	168	RERMERCIEMENTS	184
b. Autres Acariens ou Mésostigmates ..	169	BIBLIOGRAPHIE	184
c. Collemboles Néélides	169	N.B. — Le lecteur consultera la première partie de ce travail qui est publiée dans un volume précédent (Bull. Soc. Ecol., 1972, t. III, 4, p. 463-491).	
d. Collemboles Symphyléones; Sminthu- rides et Dicyrtomides	170		
e. Collemboles Poduromorphes	171		
f. Collemboles Isotomides	172		

RÉSUMÉ

Le thème du présent travail s'accorde davantage avec la définition littérale de l'écologie comme la science du milieu. Dans une étude préparatoire, on a analysé la dynamique du climat dans deux aires de prélèvements sous couvert forestier, l'une livrée aux aléas du climat local, l'autre privée des apports hydriques naturels et asséchée pour un dispositif de circulation d'air. Puis, à l'aide de modèles statistiques simples, on a recherché l'impact de chaque facteur climatique sur la distribution verticale des principaux groupes de Microarthropodes du sol (Acariens et Collemboles).

ZUSAMMENFASSUNG

Vorliegende Arbeit beschäftigt sich im engeren Sinne mit der Ökologie als Wissenschaft der Umwelterforschung. In einer Voruntersuchung wurde die Klimadynamik von zwei Versuchsfeldern mit Waldbestand analysiert. Das eine Versuchsfeld unterlag den Zufallsfaktoren des lokalen Klimas, während das andere Versuchsfeld gegen natürliche Wasserzufuhr abgeschirmt war und mit Hilfe einer Windgebläsevorrichtung ausgetrocknet wurde. Mit Hilfe von einfachen statistischen Methoden wurde der Einfluß der einzelnen Klimafaktoren auf die vertikale Verbreitung der beiden wichtigsten Gruppen der Mikroarthropoden des Bodens (Acarina und Collembola) untersucht.

C. — ANALYSE FAUNISTIQUE

1. — DÉNOMBREMENT ET DISTRIBUTION VERTICALE DES ACARIENS ET DES COLLEMBOLS DANS CHAQUE PARCELLE.

Cette étude a été limitée à la reconnaissance des grandes unités systématiques à l'intérieur des deux plus importants peuplements microarthropodiens du sol que sont les Acariens et les Collemboles.

Parmi les Acariens, nous avons séparé les *Oribates* du reste de la faune acarologique où dominent essentiellement les *Mésostigmates*.

Parmi les Collemboles, nous avons distingué les Symphypléones, eux-même subdivisés en *Néélides*, *Sminthurides*, *Dicrytomides*, et les Arthropléones à leur tour subdivisés en *Poduromorphes*, *Isotomides* et *Entomobryens*.

Ces divisions et subdivisions constituent les unités d'analyse statistique dans le travail que nous présentons ici. Toutefois, le matériel zoologique récolté au cours de ce programme est soigneusement conservé et étiqueté, afin d'en poursuivre plus tard l'investigation au niveau spécifique.

Les résultats quantitatifs du produit de l'extraction sélective des échantillons du sol prélevés dans les deux parcelles sont consignés dans deux tableaux séparés (tableau II et III). A chaque journée d'échantillonnage et pour les trois niveaux édaphiques prospectés, correspond le nombre total d'individus appartenant à une même unité systématique et extraits à partir des 10 échantillons du sol prélevés dans chacune des parcelles.

La lecture de ces deux tableaux donnent un premier aperçu de l'importance numérique de chaque groupe zoologique lorsque l'on consulte la colonne totalisatrice des fréquences d'occurrence à la fin des deux programmes. Pour des raisons physiques évidentes, il est clair que le nombre d'animaux décroît en fonction de la profondeur et plus encore lorsque les individus appartiennent à des formes généralement épigées tels les Collemboles *Sminthurides* et *Dicrytomides*. En comparant les deux tableaux, on constate qu'en règle générale, il y a plus d'animaux dans la parcelle desséchée que dans le témoin. Cette remarque est encore plus convaincante si on totalise le nombre d'individus rencontrés dans les trois horizons. Ainsi, chez les Acariens, nous avons recensé 3 440 *Oribates* dans la parcelle desséchée contre 1 669 dans la parcelle témoin et 3 741 *Mésostigmates* contre 2 922. Chez les Collemboles *Arthropléones* nous avons dénombré 569 *Poduromorphes* dans la parcelle desséchée contre 242 dans la parcelle témoin. 2 579 *Isotomides* contre 1 048; 1 953 *Entomobryens* contre 1 481. Les Collemboles *Symphypléones* semblent

TABLEAU II
Dénombrement des Acariens et des Collembolles dans la parcelle témoin.

Journées d'échantillonnage

Groupes	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	Total
Horizon 0-2,5 cm																			
Oribates	55	67	130	150	44	51	70	50	56	54	67	45	47	30	57	78	88	66	1 205
Mésostigmates	101	68	174	194	58	89	86	88	69	61	98	107	57	70	53	122	115	66	1 676
Neélides	17	5	18	16	1	3	1	1	7	3	6	2	7	7		16	10	3	123
Sminthurides	17	13	11	10	3	1	2	3	39	10	27	45	21	12	8	41	4	2	269
Dicyrtomides	13	9	2	2	4	3	1	2	2	2	3	1	1	1	6	3	1	7	63
Poduromorphes	13	7	9	3	4	1	1	3	5	10	5	6	3	2	3	2	3	5	85
Isotomides	56	35	73	50	21	32	36	37	21	19	24	20	16	35	22	78	75	57	707
Entomobryens	113	76	100	105	55	60	54	59	76	28	57	30	41	54	61	70	107	57	1 203
Horizon 2-5 cm																			
Oribates	12	29	78	46	19	17	12	24	16	9	5	4	6	4	16	10	15	20	342
Mésostigmates	30	51	80	66	34	38	24	30	28	30	33	33	17	25	22	72	114	36	763
Neélides	2	4	2	2			1				1			1	1	2	1		17
Sminthurides	6	2	1		1				13			4		4		2	2		36
Dicyrtomides																2			2
Poduromorphes	7	9	12	7	5	5	4	6	4	3	3	1	3	2	4	4	13	9	101
Isotomides	37	15	12	14	3	4	4	5	13	4	2	4	7	3	4	9	37	49	226
Entomobryens	25	13	23	11	15	8	2	1	10	4	4	2	9	7	1	19	12	13	179
Horizon 5-7,5 cm																			
Oribates	8	6	21	19	5	11	3	3	3	4	6	1	9	4	3	4	7	5	122
Mésostigmates	24	20	47	61	23	18	10	24	19	19	32	28	18	11	8	19	65	37	483
Neélides	3	5	1	1				1		1				1	1	1	1	2	18
Sminthurides									1		1	1	2				1		6
Dicyrtomides	1				1												1		3
Poduromorphes	2	3	8	6	2	2	6	3	2	4	4		1		1	3	6	3	56
Isotomides	12	9	10	8		1	8	5	4	2			3		1	6	27	19	115
Entomobryens	8	1	19	12	3	3	1	2		1	2		12	3		5	10	17	99

échapper à cette règle et les trois groupes sont moins richement représentés en individus dans la parcelle desséchée que dans la parcelle témoin. Néélides 62 contre 158; Sminthurides 241 contre 311; Dicyrtomides 24 contre 68. Ces différences ne sont pas dues au hasard du choix des aires de prélèvements; dans un programme précédent, nous avions déjà observé la même tendance (1).

(1) Du 28 mars au 10 juillet 1967, à raison de 5 prélèvements hebdomadaires par niveau édaphique dans chaque parcelle, nous avons trouvé respectivement dans la parcelle desséchée et dans la parcelle témoin les résultats suivants : Oribates 830 contre 523; Mésostigmates 1 190 contre 823; Néélides 14 contre 45; Sminthurides 80 contre 251; Dicyrtomides 9 contre 96; Poduromorphes 432 contre 173; Isotomides 703 contre 863; Entomobryens 456 contre 715. Par ailleurs les résultats préliminaires obtenus par F. ATHIAS (1971) font état d'une augmentation de la densité des Acariens dans les sols d'une savane africaine au cours de la grande saison sèche.

TABLEAU III
Dénombrement des Acariens et des Collemboles dans la parcelle desséchée.

Journées d'échantillonnage

Groupes	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	Total
Horizon 0-2,5 cm																			
Oribates	107	135	105	178	104	123	130	126	145	140	158.	171	235	156	166	101	90	59	2429
Mesostigmates	92	183	112	99	83	106	101	107	97	134	117	102	46	115	98	99	59	66	1816
Neelides	8	11	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1							34
Sminthurides	26	38	10	8	12	9	17	19	9	11	4	23	7	9	7	1	2		212
Dicyrtomides	13	4	2	2	2														23
Poduromorphes	18	8	9	6	1	10	8	6	6	16	16	8	1	7	2	2			124
Isotomides	87	104	138	52	82	93	130	93	119	144	107	45	20	65	30	19	5		1333
Entomobryens	108	122	107	134	101	94	126	104	143	107	115	113	59	63	64	36	29	8	1633
Horizon 2,5-5 cm																			
Oribates	40	58	43	61	45	30	22	31	19	37	19	46	80	52	24	32	34	63	736
Mesostigmates	63	104	70	68	63	47	52	49	41	50	52	63	97	89	80	81	86	62	1217
Neelides	4	1	1	1	1	1					1		1	2	1	2			16
Sminthurides	2		1	1		1	2					2						1	10
Dicyrtomides																			
Poduromorphes	15	8	20	26	8	13	1	9	13	21	11	9	23	14	8	13	10	3	225
Isotomides	36	32	39	81	29	46	42	31	34	60	50	69	116	109	55	55	29	3	916
Entomobryens	16	15	18	7	3	14	6	5	4	9	5	20	11	8	10	16	17	5	189
Horizon 5-7,5 cm																			
Oribates	14	38	26	13	10	21	15	27	11	13	4	15	19	8	4	10	1	26	275
Mesostigmates	25	63	48	30	33	34	43	25	20	56	39	38	52	47	33	47	23	52	708
Neelides	2	3			1						2	1	1	1	1				12
Sminthurides		7	1	1				1				4		1		4			19
Dicyrtomides											1								1
Poduromorphes	15	6	17	15	9	8	6	13	11	28	5	14	11	18	12	14	13	5	220
Isotomides	10	15	10	20	7	21	7	8	10	22	9	25	47	27	24	27	34	7	330
Entomobryens	7	43	12	8	5	6	2	1	3	4	3	1	4	6	1	10	6	9	131

La présentation des données numériques globales dans les tableaux II et III a le grand inconvénient de masquer le caractère hétérogène de la distribution des animaux sur le terrain. De manière générale, les Microarthropodes du sol ont une forte tendance à se grouper par taches dans le sol; pour les groupes zoologiques qui nous intéressent, nous avons vérifié qu'à chaque séance d'échantillonnage dans les deux

parcelles leur mode de distribution répondait à la loi binomiale négative témoignant ainsi d'une répartition en agrégats (moyenne $\bar{x}$ < variance s^2).

Ce mode de répartition quasi-général chez les Microarthropodes du sol se reflète tout naturellement dans l'extrême variabilité des résultats de l'extraction sélective concernant les 10 prélèvements de terre

composant la journée d'échantillonnage. Ces variations ne sont pas imputables au mode de récolte des animaux, car tous les échantillons d'un même niveau édaphique sont traités dans les mêmes conditions thermodynamiques.

Cette variabilité peut se concrétiser en calculant l'indice de dispersions relative ou coefficient de variation exprimé sous la forme d'un pourcentage de l'écart-type s à la moyenne $\bar{x}$ ($V = s/\bar{x} \times 100$). Ce paramètre indique bien le degré d'hétérogénéité de la présence des animaux dans les 10 prélèvements du sol rapportés au laboratoire; à titre indicatif nous avons calculé les valeurs qu'il peut prendre pour les Acariens Oribates et les Collembolles Isotomides dans les deux parcelles (tableaux IV et V).

Chez les Oribates comme chez les Isotomides, on remarque que l'hétérogénéité de la distribution des individus dans les 10 prélèvements composant chaque journée d'échantillonnage s'accroît considérablement avec la profondeur. Ainsi, dans l'horizon profond — 5 — 7,5 cm, il est fréquent de constater l'absence totale d'Oribates ou d'Isotomides dans plus de la moitié des prélèvements.

Sur le tableau IV, il est intéressant de noter que la répartition des Oribates dans les prélèvements appartenant à l'horizon 0 — 2,5 cm de la parcelle desséchée n'est pas différente de celle observée au même niveau dans la parcelle témoin; les moyennes des coefficients de variation confirment cette observation: parcelle desséchée $\bar{V} = 61,18\%$; parcelle témoin $\bar{V} = 65,14\%$.

En revanche, sur le tableau V, la répartition des Isotomides dans les prélèvements appartenant à l'horizon de surface est notablement affectée par le processus de séchage; ainsi qu'en témoignent les moyennes des coefficients de variation dans les deux parcelles: parcelle desséchée $\bar{V} = 111,23\%$; parcelle témoin $\bar{V} = 84,72\%$.

De manière générale, on peut dire que les Isotomides ont une plus forte tendance à se grouper en agrégats que les Oribates dans les conditions naturelles. Lorsque le milieu s'appauvrit en eau, cette tendance s'accroît pour les Isotomides alors que

les Oribates n'en sont pas affectés. Ces remarques annoncent déjà des différences de comportement entre les deux groupes zoologiques vis-à-vis de l'état hydrique du sol.

La lecture des tableaux II et III montre également qu'il n'est pas possible de discerner de véritables oscillations saisonnières dans la suite des fréquences globales de la plupart des groupes zoologiques. Tout se passe comme si l'intérieur de chaque groupe le remplacement d'une espèce par une autre maintient le nombre total des individus à un niveau assez élevé indépendant de la période de l'année. Cette première réflexion incite à penser qu'en l'absence de variations saisonnières dans les effectifs des populations de Microarthropodes, il est peu probable d'établir de corrélation significative avec les principaux facteurs du climat dont le cycle saisonnier est bien marqué. L'expérience que nous possédons dans ce domaine nous conduit plutôt à confronter les facteurs du climat aux fréquences relatives des groupes systématiques, c'est-à-dire à leur distribution verticale, plus informative de leur position dans le biotope. Pour chaque groupe zoologique, nous avons tracé les courbes de distribution verticale en fonction du temps dans les deux parcelles. Pour rendre ces courbes plus parlantes, nous avons porté en ordonnées, non pas les valeurs brutes des pourcentages d'individus dans chaque horizon, mais les moyennes mouvantes (moving average de TAYLOR, 1965) calculées à partir de trois pourcentages consécutifs de proche en proche. Cette pondération de chaque valeur par les deux suivantes atténue les variations aléatoires des pourcentages et souligne davantage les véritables tendances de la distribution verticale des animaux. Il faut ajuster cette méthode graphique au matériel zoologique que l'on étudie, de façon à ce que l'intervalle de temps qui sert de base au calcul des moyennes mouvantes ne dépasse pas la durée moyenne du cycle vital de chaque espèce. Dans notre cas cet intervalle est de 30 jours et la plupart des animaux de notre station possède un cycle vital relativement long: chez les Oribates la durée d'une génération varie de 6 à 12 mois; chez les Collembolles elle est de plusieurs mois.

TABLEAU IV

Calcul de l'indice de dispersion relative ou coefficient de variation des Acariens Oribates dans les 10 prélèvements composant chaque journée d'échantillonnage

Journées d' échantillonnage	Parcelle témoin			Parcelle desséchée		
	Horizon 0-2,5 cm	Horizon -2,5-5 cm	Horizon -5-7,5 cm	Horizon 0-2,5 cm	Horizon -2,5-5 cm	Horizon -5-7,5 cm
I	64,7	94,1	113,7	88,6	99,2	122,1
II	84,9	133,4	178,3	70,1	83,1	123,3
III	50,2	92,1	72,3	33,6	83,4	68,0
IV	81,3	89,3	155,7	106,8	110,9	114,6
V	100,4	134,2	140,0	61,4	131,3	124,0
VI	60,7	82,9	100,0	44,8	100,3	203,8
VII	69,0	199,1	223,3	41,6	128,1	164,0
VIII	85,2	94,5	160,0	61,4	97,7	155,9
IX	47,6	106,8	160,0	45,1	90,5	130,9
X	81,8	160,0	240,0	48,6	55,4	108,4
XI	56,7	194,0	261,6	44,1	112,1	172,5
XII	54,6	172,5	310,0	50,7	69,5	105,3
XIII	38,7	192,0	315,5	126,4	86,1	106,3
XIV	49,6	172,5	240,0	29,7	95,3	128,7
XV	69,6	156,2	223,3	50,0	68,3	172,5
XVI	74,3	188,0	172,5	67,8	111,8	124,0
XVII	44,4	105,3	117,1	58,5	117,6	310,0
XVIII	58,9	122,0	140,0	72,0	53,3	156,1

TABLEAU V

Calcul de l'indice de dispersion relative ou coefficient de variation des Collemboles Isotomides dans les 10 prélèvements composant chaque journée d'échantillonnage.

Journées d' échantillonnage	Parcelle témoin			Parcelle desséchée		
	Horizon 0-2,5 cm	Horizon 2,5-5 cm	Horizon -5-7,5 cm	Horizon 0-2,5 cm	Horizon -2,5-5 cm	Horizon -5-7,5 cm
I	64,1	85,4	115,8	75,8	85,0	115,0
II	160,0	109,3	142,2	93,1	104,6	118,0
III	67,1	128,3	105,0	124,2	99,2	156,0
IV	92,8	135,0	275,0	114,2	80,0	100,0
V	65,2	223,3	—	45,1	188,2	178,5
VI	82,8	210,0	310,0	99,5	145,6	283,3
VII	64,1	172,5	163,7	96,2	118,1	150,0
VIII	90,8	104,0	140,0	96,8	125,8	97,5
IX	60,9	173,8	127,5	72,8	78,5	105,0
X	100,5	172,5	210,0	77,5	92,5	100,0
XI	52,5	210,0	—	82,2	153,4	176,6
XII	81,5	172,5	—	114,2	80,0	111,6
XIII	106,8	222,8	223,3	168,0	73,6	94,0
XIV	85,4	223,3	—	94,7	93,3	85,5
XV	102,2	240,0	310,0	109,6	58,1	137,5
XVI	95,6	110,0	178,3	211,0	87,8	62,9
XVII	76,6	120,8	94,0	216,0	95,1	115,8
XVIII	76,1	175,3	187,8	—	223,3	134,2

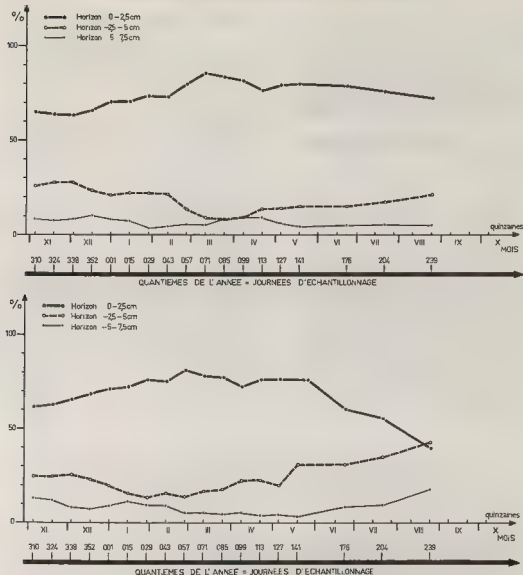


FIG 17. — Evolution de la distribution verticale des *Acanthos Oribates* du mois de novembre 1967 au mois d'août 1968.

En haut : dans la parcelle témoin. En bas : dans la parcelle desséchée.

a) *Acarions Oribates* (Fig. 17).

- Nombre d'individus récoltés en moyenne dans les trois horizons au cours du programme :

— Parcelle témoin

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 66,9$; $s = 29,9$
- Horizon -2,5-5 cm : $\bar{x} = 19,0$; $s = 17,9$
- Horizon -5-7,5 cm : $\bar{x} = 6,7$; $s = 5,4$

— Parcelle desséchée

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 134,9$; $s = 39,8$
- Horizon -2,5-5 cm : $\bar{x} = 40,8$; $s = 16,8$
- Horizon -5-7,5 cm : $\bar{x} = 15,2$; $s = 9,4$

Les moyennes des fréquences globales montrent que les *Oribates* sont plus nombreux dans la parcelle desséchée. Le test-*t* de Student qui permet de comparer les moyennes obtenues dans les mêmes hori-

zons confirme ce fait : horizons 0 — 2,5 cm : $t = 5,773$, hautement significatif; horizons — 2,5 — 5 cm : $t = 3,771$, hautement significatif. La comparaison des écarts-types de l'horizon de surface indique une plus forte dispersion des fréquences autour de la moyenne dans la parcelle desséchée.

- Pourcentages d'individus rencontrés en moyenne dans les trois horizons :

— Parcelle témoin

- Horizon 0 — 2,5 cm : $\bar{x} = 74,5 \%$; $s = 8,8$
- Horizon — 2,5 — 5 cm : $\bar{x} = 18,4 \%$; $s = 8,2$
- Horizon — 5 — 7,5 cm : $\bar{x} = 7,1 \%$; $s = 3,5$

La figure 17 montre que les Oribates se maintiennent en majorité dans l'horizon de surface quelle que soit l'époque de l'année. Les écarts entre les pourcentages de l'horizon 0 — 2,5 cm et les suivants peuvent être interprétés comme indications des conditions de la vie édaphique; plus ces écarts sont importants, plus les individus montrent une tendance à la vie épigée.

— Parcelle desséchée

- Horizon 0 — 2,5 cm : $\bar{x} = 70,4 \%$; $s = 10,7$
- Horizon — 2,5 — 5 cm : $\bar{x} = 21,5 \%$; $s = 7,7$
- Horizon — 5 — 7,5 cm : $\bar{x} = 8,1 \%$; $s = 5,0$

La distribution verticale moyenne des Oribates de la parcelle desséchée semble indiquer une légère tendance des individus à fréquenter davantage les horizons plus profonds. Cependant l'application du test de Student aux moyennes des pourcentages n'indique pas de différence significative entre les deux parcelles, contrairement à ce qui a été observé en comparant les moyennes des fréquences. Nous avons en effet trouvé : horizons 0 — 2,5 cm : $t = 1,233$, pas significatif; horizons — 2,5 — 5 cm : $t = 1,155$; pas significatif; horizons — 5 — 7,5 cm, pas significatif. La figure 17 indique que la tendance à migrer en profondeur dans la parcelle desséchée se dessine tardivement sur la fin du programme.

b) Autres Acariens ou Mésostigmates (Fig. 18).

- Nombre d'individus récoltés en moyenne dans les trois horizons au cours du programme.

— Parcelle témoin

- Horizon 0 — 2,5 cm : $\bar{x} = 93,1$; $s = 39,1$
- Horizon — 2,5 — 5 cm : $\bar{x} = 42,3$; $s = 25,1$
- Horizon — 5 — 7,5 cm : $\bar{x} = 26,8$; $s = 16,2$

— Parcelle desséchée

- Horizon 0 — 2,5 cm : $\bar{x} = 100,8$; $s = 29,6$
- Horizon — 2,5 — 5 cm : $\bar{x} = 67,6$; $s = 18,3$
- Horizon — 5 — 7,5 cm : $\bar{x} = 39,3$; $s = 12,4$

Pour l'ensemble des trois horizons, la parcelle témoin est moins riche en Mésostigmates. Cependant les horizons de surface abritent le même nombre d'individus comme en témoigne le test de comparaison des deux moyennes : $t = 0,674$, pas significatif. Les deux autres horizons étant légèrement plus riches dans la parcelle desséchée; horizons — 2,5 — 5 cm : $t = 3,440$, très significatif; horizons — 5 — 7,5 cm : $t = 2,597$, significatif.

- Pourcentages d'individus rencontrés en moyenne dans les trois horizons :

— Parcelle témoin

- Horizon 0 — 2,5 cm : $\bar{x} = 58,4 \%$; $s = 7,8$
- Horizon — 2,5 — 5 cm : $\bar{x} = 25,5 \%$; $s = 6,0$
- Horizon — 5 — 7,5 cm : $\bar{x} = 16,1 \%$; $s = 4,8$

La figure 18 rend compte de la distribution à caractère plus endogée des Mésostigmates; les trois courbes de pourcentages sont ici plus rapprochées les unes des autres.

— Parcelle desséchée

- Horizon 0 — 2,5 cm : $\bar{x} = 48,4 \%$; $s = 9,3$
- Horizon — 2,5 — 5 cm : $\bar{x} = 32,8 \%$; $s = 7,9$
- Horizon — 5 — 7,5 cm : $\bar{x} = 18,8 \%$; $s = 4,4$

La tendance à la vie endogée est encore plus prononcée dans la parcelle desséchée, ainsi que le

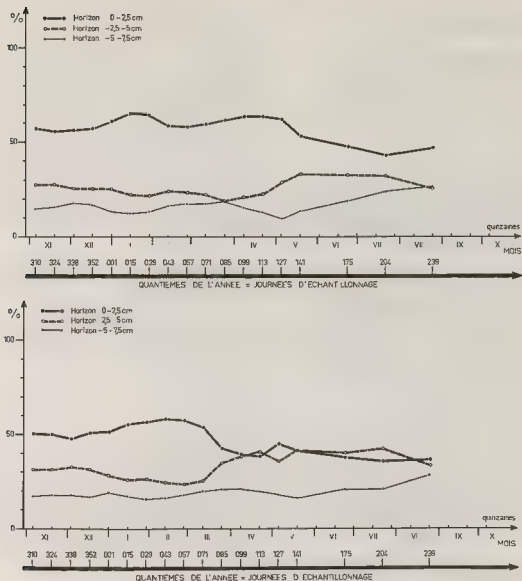


FIG. 18. — Evolution de la distribution verticale des Acariens Mésostigmatés du mois de novembre 1967 au mois d'août 1968.

En haut : dans la parcelle témoin. En bas : dans la parcelle desséchée.

montre la convergence des trois courbes de la figure 18. Il semble que l'horizon de surface a cédé une partie de ses Mésostigmatés au profit de l'horizon moyen vers le milieu de l'expérience. Cet échange entraîne des différences significatives avec les moyennes de pourcentages calculées dans la parcelle témoin; horizons 0 — 2,5 cm : $t = 3,515$, très signi-

ficatif; horizons — 2,5 — 5 cm : $t = 3,116$, très significatif.

L'horizon profond de la parcelle desséchée ne semble pas concerné par ces migrations verticales; d'ailleurs il n'existe pas de différence significative entre les moyennes des deux parcelles : $t = 1,746$, pas significatif.

c) *Collemboles Néélides* (Fig. 19).

• Nombre d'individus récoltés en moyenne dans les trois horizons au cours du programme.

— *Parcelle témoin*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 6,8$; $s = 6,07$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 0,9$; $s = 1,1$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 1,0$; $s = 1,2$

Les Néélides forment un groupe très homogène chez les Collemboles; leur taille n'excède pas quelques centaines de microns; ils ne sont pas très abondants dans le sol ainsi que le montrent les valeurs des moyennes souvent très faibles.

— *Parcelle desséchée*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 1,8$; $s = 2,9$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 0,8$; $s = 1,0$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 0,6$; $s = 0,9$

L'horizon de surface de la parcelle desséchée abrite moins d'individus que celui de la parcelle témoin; la différence entre les moyennes est d'ailleurs très significative : $t = 3,108$.

En consultant le tableau III, on se rend immédiatement compte de la disparition totale des Néélides à la treizième journée d'échantillonnage. Pour les horizons suivants, on ne constate pas de différence entre les deux parcelles; horizons –2,5–5 cm : $t = 0,156$, pas significatif; horizons –5–7,5 cm : $t = 0,899$, pas significatif.

- Pourcentages d'individus rencontrés en moyenne dans les trois horizons :

— *Parcelle témoin*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 74,9$ %; $s = 28,8$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 11,2$ %; $s = 15,9$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 13,9$ %; $s = 18,0$

La figure 19 indique une variation sinusoïdale dans la distribution verticale des Néélides; en l'absence complète des données biologiques sur les deux ou trois espèces qui composent ce groupe de Collemboles, il n'est pas possible de donner une explication à ce phénomène.

— *Parcelle desséchée*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 56,3$ %; $s = 39,2$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 25,0$ %; $s = 29,2$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 18,7$ %; $s = 21,1$

La distribution verticale des Néélides est fortement perturbée dans la parcelle desséchée. Après la treizième journée d'échantillonnage, l'horizon de surface est totalement dépeuplé, alors que les horizons inférieurs ont tendance à s'enrichir (Fig. 19). Les nombres trop faibles d'individus récoltés ne permettent pas d'affirmer qu'il s'agit d'une véritable migration verticale.

d) *Collemboles Symphypléones; Sminthurides et Dicyrtomides* (Fig. 20).

- Nombre de Sminthurides récoltés en moyenne dans les trois horizons au cours du programme.

— *Parcelle témoin*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 14,9$; $s = 14,1$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 2,0$; $s = 3,2$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 0,3$; $s = 0,5$

Les Sminthurides montrent une nette tendance à la vie épigée; on ne les rencontre que très accidentellement dans les horizons strictement édaphiques; comme des Dicyrtomides, ils vivent sur les tiges de la strate herbacée ou sur les branches de bois mort qui jonchent le sol. On constate que leur nombre diminue au cours de la période hivernale.

— *Parcelle desséchée*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 11,7$; $s = 9,6$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 0,5$; $s = 0,7$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 1,0$; $s = 1,9$

La tendance à la vie épigée est toujours bien marquée chez les Sminthurides de la parcelle desséchée. Si on récolte en moyenne moins d'animaux dans l'horizon de surface par rapport au terrain, cela tient à une brusque réduction des effectifs dans les dernières journées d'échantillonnage (consulter le tableau III).

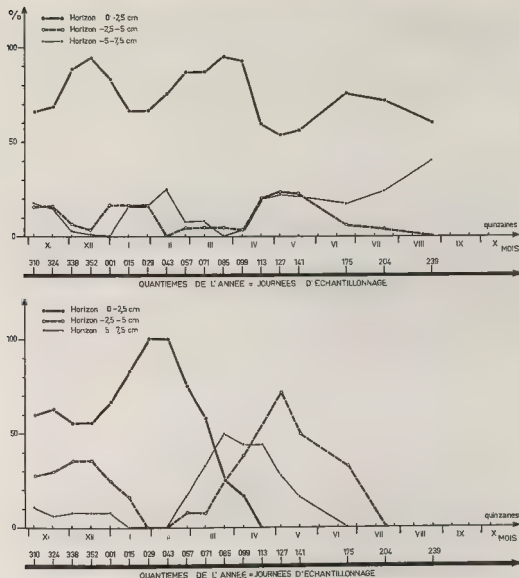


FIG. 19. — Evolution de la distribution verticale des Collembola Nêtidés du mois de novembre 1967 au mois d'août 1968.

En haut : dans la parcelle témoin. En bas : dans la parcelle desséchée

- Nombre de Dicyrtomides récoltés en moyenne dans les trois horizons au cours du programme.

— Parcelle témoin

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 3,5$; $s = 3,2$
- Horizon -2,5-5 cm : $\bar{x} = 0,11$; $s = 0,47$
- Horizon -5-7,5 cm : $\bar{x} = 0,16$; $s = 0,38$

Les Dicyrtomides se rencontrent en moins grand nombre à la fin du printemps; ils semblent céder leur place aux Sminthurides vers le début de l'été.

— Parcelle desséchée

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 1,27$; $s = 3,14$
- Horizon -2,5-5 cm : $\bar{x} = 0$
- Horizon -5-7,5 cm : $\bar{x} = 0,05$; $s = 0,23$

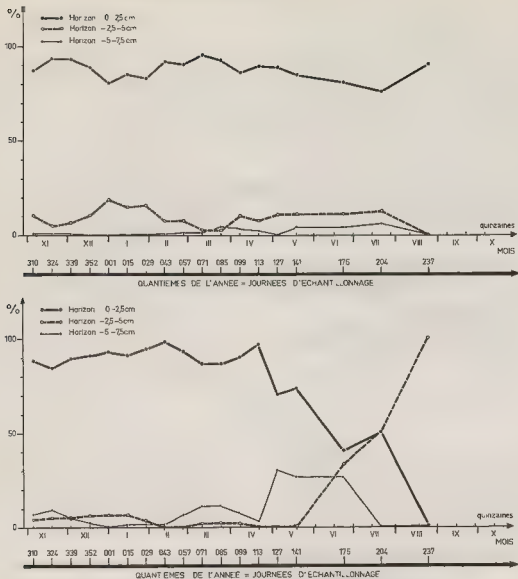


FIG. 20 — Evolution de la distribution verticale des Collembola Symphyloënes (Sminthuridae et Dicyrtomidae) du mois de novembre 1967 au mois d'août 1968
En haut : dans la parcelle témoin. En bas : dans la parcelle desséchée

Les Dicyrtomides disparaissent totalement de l'horizon de surface dès la sixième journée d'échantillonnage; l'importance de l'écart-type devant la moyenne rend compte de cet évènement.

- Pourcentages de Symphyloënes (Sminthuridae et Dicyrtomidae) rencontrés en moyenne dans les trois horizons.

— Parcelle témoin

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 87,8 \%$; $s = 10,6$
- Horizon -2,5-5 cm : $\bar{x} = 9,9 \%$; $s = 9,9$
- Horizon -5-7,5 cm : $\bar{x} = 2,3 \%$; $s = 3,9$

La figure 20 illustre la très forte tendance des Symphyloënes (Sminthuridae et Dicyrtomidae) à la

vie épiquée. L'écart entre les pourcentages de l'horizon de surface et ceux qui lui font suite est le plus important de tous les autres groupes de Microarthropodes.

— *Parcelle desséchée*

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 83,0\%$; $s = 27,7$
- Horizon -2,5-5 cm : $\bar{x} = 8,2\%$; $s = 23,2$
- Horizon -5-7,5 cm : $\bar{x} = 8,8\%$; $s = 18,8$

Le second graphique de la figure 20 montre un net appauvrissement de l'horizon de surface à partir de la treizième journée d'échantillonnage; mais il ne semble pas que cette disparition s'effectue au profit des horizons sous-jacents.

e) *Collemboles Poduromorphes* (Fig. 21).

- Nombre d'individus récoltés en moyenne dans les trois horizons au cours du programme.

— *Parcelle témoin*

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 4,7$; $s = 3,2$
- Horizon -2,5-5 cm : $\bar{x} = 5,6$; $s = 3,3$
- Horizon -5-7,5 cm : $\bar{x} = 3,1$; $s = 2,2$

On rencontre en moyenne plus de Poduromorphes dans les horizons profonds; cette constatation indique que ces animaux présentent une très nette tendance à la vie endogée.

— *Parcelle desséchée*

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 6,8$; $s = 5,5$
- Horizon -2,5-5 cm : $\bar{x} = 12,5$; $s = 6,6$
- Horizon -5-7,5 cm : $\bar{x} = 12,2$; $s = 5,6$

La tendance à la vie endogée est encore plus marquée dans la parcelle desséchée; le tableau III montre que l'horizon de surface cède la totalité de ses animaux au cours des dernières journées d'échantillonnage. Cette migration en profondeur est d'ailleurs confirmée par le test de Student comparant les moyennes des horizons inférieurs dans les

deux parcelles : horizons -2,5-5 cm : $t = 3,942$, hautement significatif; horizons -5-7,5 cm : $t = 6,376$, hautement significatif.

- Pourcentages d'individus rencontrés en moyenne dans les trois horizons.

— *Parcelle témoin*

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 36,4\%$; $s = 19,3$
- Horizon -2,5-5 cm : $\bar{x} = 47,7\%$; $s = 13,0$
- Horizon -5-7,5 cm : $\bar{x} = 21,9\%$; $s = 13,2$

La figure 21 montre une imbrication des trois courbes de distribution verticale, soulignant ainsi une nette tendance à la vie endogée. On constate qu'en hiver et en été les Poduromorphes se maintiennent de préférence dans les horizons profonds, alors qu'au printemps ils fréquentent en majorité l'horizon supérieur; cette alternance donne aux trois courbes une allure sinusoïdale, en opposition de phase entre l'horizon 0-2,5 cm et les suivants.

— *Parcelle desséchée*

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 20,9\%$; $s = 16,1$
- Horizon -2,5-5 cm : $\bar{x} = 38,6\%$; $s = 12,00$
- Horizon -5-7,5 cm : $\bar{x} = 40,5\%$; $s = 12,03$

Le second diagramme de la figure 21 donne une image déformée de la distribution verticale des Poduromorphes par rapport au témoin. Les 4 premières journées d'échantillonnage qui se sont déroulées au cours des mois de novembre et décembre, ont permis de mettre en évidence une distribution verticale comparable à celle du témoin, c'est-à-dire avec les horizons profonds plus riches en animaux que l'horizon de surface. Mais de la cinquième à la dixième journée d'échantillonnage, on constate que les animaux se répartissent en égales proportions dans les trois horizons et à partir de la onzième séance d'échantillonnage, la descente des animaux vers l'horizon inférieur s'amorce irréversiblement. Cet accroissement numérique de l'horizon -5-7,5 cm se traduit par un taux de fréquentation élevé et par une différence hautement significative entre les moyennes des deux parcelles : horizons -5-7,5 cm, $t = 4,427$.

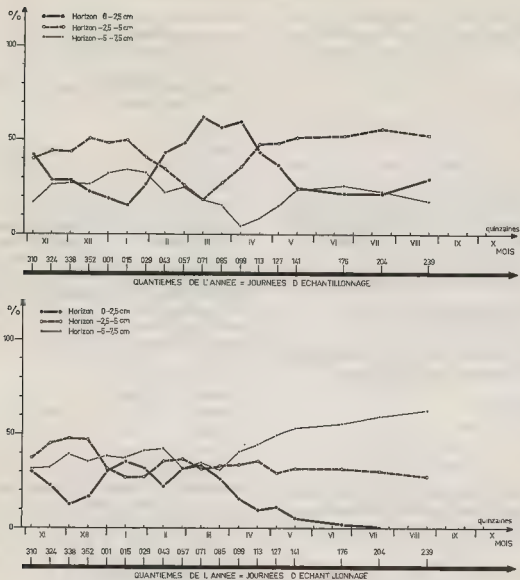


FIG. 21. — Evolution de la distribution verticale des Collemboles Poduromorphes du mois de novembre 1967 au mois d'août 1968.

En haut : dans la parcelle témoin. En bas : dans la parcelle desséchée.

f) Collemboles *Isotomides* (Fig. 22).

- Nombre d'individus récoltés en moyenne dans les trois horizons au cours du programme.

— Parcelle témoin

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 39,2$; $s = 20,65$

- Horizon -2,5-5 cm : $\bar{x} = 12,5$; $s = 13,9$
- Horizon -5-7,5 cm : $\bar{x} = 6,3$; $s = 7,2$

Les *Isotomides* sont représentés par 3 espèces dominantes dont les exigences écologiques sont très proches. Leur petite taille et leur corps en forme de bâtonnet leur permettent de fréquenter les couches profondes du sol. Comme le justifient les moyennes

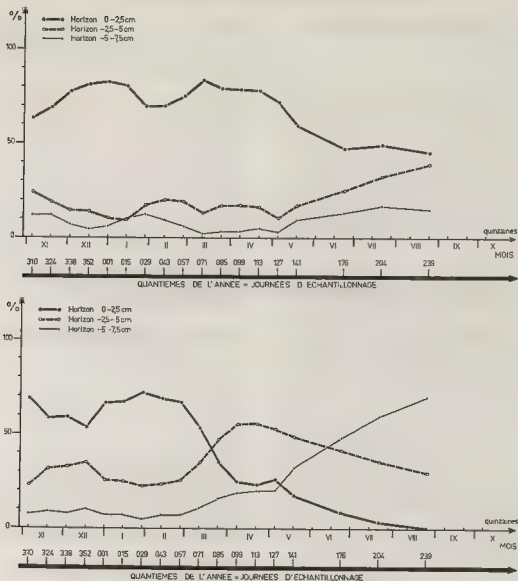


FIG. 22. — Evolution de la distribution verticale des Collembolus Isotomides du mois de novembre 1967 au mois d'août 1968

En haut : dans la parcelle témoin. En bas : dans la parcelle desséchée

de fréquences d'occurrence, ces Collembolus fréquentent préférentiellement l'horizon de surface dans les conditions naturelles.

— Parcelle desséchée

- Horizon 0-2,5 cm : $\bar{x} = 74,0$; $s = 46,4$
- Horizon 2,5-5 cm : $\bar{x} = 50,8$; $s = 28,4$
- Horizon 5-7,5 cm : $\bar{x} = 18,3$; $s = 11,1$

Les Isotomides sont numériquement plus importants dans la parcelle desséchée. La comparaison des moyennes par le test de Student confirme cette constatation pour les trois horizons édaphiques; horizons 0-2,5 cm, $t = 2,911$, très significatif; horizons 2,5-5 cm, $t = 5,144$, hautement significatif; horizons 5-7,5 cm, $t = 3,803$, hautement significatif.

- Pourcentages d'individus rencontrés en moyenne dans les trois horizons.

— *Parcelle témoin*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 72,9\%$; $s = 14,6$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 18,6\%$; $s = 10,1$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 8,5\%$; $s = 6,2$

La distribution verticale moyenne des Isotomides indique que près des 3/4 de l'effectif se situe dans l'horizon 0–2,5 cm. Cependant, en consultant le premier diagramme de la figure 22, on s'aperçoit qu'une tentative de migration verticale est amorcée à partir de la treizième journée d'échantillonnage.

— *Parcelle desséchée*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 46,9\%$; $s = 25,9$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 35,8\%$; $s = 14,4$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 17,3\%$; $s = 17,3$

Le second diagramme de la figure 22 montre une inversion complète de la distribution verticale en fin de programme. De la première journée à la septième journée d'échantillonnage, les Isotomides de la parcelle desséchée présentent une répartition dans les trois horizons comparable à celle du témoin. A partir de la huitième journée d'échantillonnage, l'horizon de surface perd progressivement ses Isotomides au profit de l'horizon profond; l'horizon intermédiaire jouant le rôle de zone de passage. A la fin de l'expérience, la grande majorité des Isotomides se trouvent dans l'horizon –5–7,5 cm. Nous reviendrons plus en détails sur cet exemple en étudiant les points de rencontre des trois courbes de pourcentages.

g) *Collemboles Entomobryens* (Fig. 23).

- Nombre d'individus récoltés en moyenne dans les trois horizons au cours du programme.

— *Parcelle témoin*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 66,8$; $s = 25,2$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 9,9$; $s = 7,2$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 5,5$; $s = 6,0$

Les représentants de ce groupe de Collembolés sont parfois de grande taille et se maintiennent de

préférence à la surface ou dans les premiers centimètres du sol. Les moyennes des fréquences d'occurrence confirment la tendance à la vie épigée des Entomobryens.

— *Parcelle desséchée*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 90,7$; $s = 38,4$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 10,5$; $s = 5,4$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 7,2$; $s = 9,4$

Les Entomobryens sont surtout plus nombreux dans l'horizon 0–2,5 cm de la parcelle desséchée comparativement au même horizon de la parcelle témoin, $t = 2,203$, significatif. Dans les horizons sous-jacents le peuplement est à peu près semblable pour les deux parcelles; horizons –2,5 cm, $t = 0,259$, pas significatif; horizons –5–7,5 cm, $t = 0,672$, pas significatif.

- Pourcentages d'individus rencontrés en moyenne dans les trois horizons.

— *Parcelle témoin*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 82,9\%$; $s = 9,8$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 11,2\%$; $s = 5,7$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 5,9\%$; $s = 6,0$

La figure 23 montre que la majorité des Entomobryens se trouvent dans l'horizon de surface quelle que soit l'époque de l'année. Avec les Symphyléones, ce groupe de Collembolés montre les plus fortes dispositions à vivre dans l'horizon supérieur du sol.

— *Parcelle desséchée*

- Horizon 0–2,5 cm : $\bar{x} = 80,1\%$; $s = 16,0$
- Horizon –2,5–5 cm : $\bar{x} = 11,7\%$; $s = 8,3$
- Horizon –5–7,5 cm : $\bar{x} = 8,2\%$; $s = 10,0$

Les moyennes des pourcentages de la parcelle desséchée indiquent une distribution verticale analogue à celle de la parcelle témoin; test de Student non significatif. Cependant, le second graphique de la figure 23 renseigne davantage sur l'évolution de répartition des Entomobryens au cours du cycle annuel; en effet on peut constater que les trois courbes de pourcentages convergent l'une vers l'autre, pour se rejoindre vers la dernière journée d'échantillonnage.

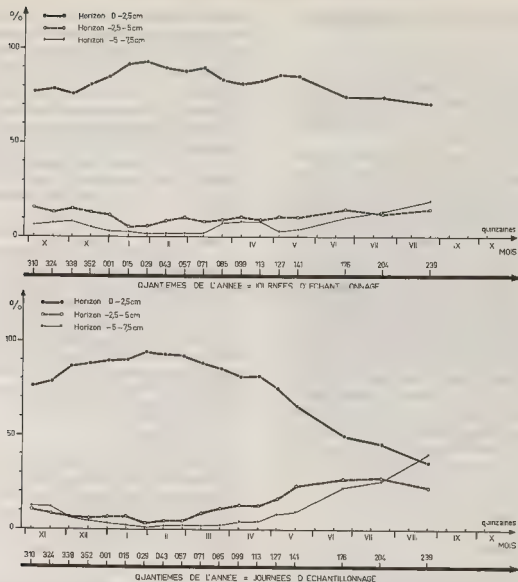


FIG. 23. — Evolution de la distribution verticale des Collemboles Entomobryens du mois de novembre 1967 au mois d'août 1968

En haut : dans la parcelle témoin. En bas : dans la parcelle desséchée.

Considérations d'ensemble :

L'absence de variations saisonnières dans la distribution verticale des différents groupes de Microarthropodes est déjà révélatrice de l'indépendance des animaux vis-à-vis des facteurs du climat qui obéissent à un rythme saisonnier, à l'exception du régime aléatoire des pluies.

En revanche, dans la parcelle expérimentale le cycle annuel est contrarié par la soufflerie et la teneur en eau du sol décroît proportionnellement au temps. Il est donc vraisemblable que le facteur hydrique puisse être tenu comme principal responsable des modifications de distribution verticale, plus ou moins importantes selon les groupes. A cet égard, le groupe

des Isotomides semble être le plus directement concerné.

2 — INFLUENCE DU FACTEUR THERMIQUE SUR LA DISTRIBUTION VERTICALE DES ACARIENS ET DES COLLEMBOLS DANS CHAQUE PARCELLE.

Parmi les facteurs cycliques du climat, nous avons choisi de tester l'influence de la température : *moyenne hebdomadaire* précédant la journée d'échantillonnage, *écart thermique moyen entre les maxima et les minima hebdomadaires*. En utilisant le test de corrélation nous avons associé à chaque taux de présence des animaux la température relevée dans le même horizon édaphique. Nous avons calculé ensuite le coefficient de corrélation et testé le degré de signification à l'aide des tables de probabilités des valeurs de r par rapport à zéro avec $n - 2$ degrés de liberté (FISHER et YATES, 1970). Le coefficient de corrélation sera déclaré significatif, s'il est supérieur à celui donné par les tables au seuil de 5 % ($P = 0,05$); s'il est inférieur le résultat ne sera pas significatif et les variables associées seront dites indépendantes. Le coefficient de corrélation sera très significatif, si le seuil de signification est pris à 1 % ($P = 0,01$) et hautement significatif, si le seuil de signification est pris à 0,1 % ($P = 0,001$).

a) *Acariens Oribates*.

● *Parcelle témoin*

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,243$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = - 0,352$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,027$, pas significatif

Les températures moyennes hebdomadaires ne semblent pas modifier la répartition verticale des Oribates. Le signe positif ou négatif des coefficients de corrélation indique dans quel sens pourrait éven-

tuellement s'exercer l'influence de la température; dans l'horizon de surface le taux de présence des Oribates aurait tendance à augmenter avec la température; dans les horizons profonds ce serait l'inverse.

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,504$, significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = - 0,685$, très significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,060$, pas significatif

Les écarts thermiques moyens hebdomadaires auraient une influence inverse sur la présence des Oribates dans les deux premiers horizons. Cette situation révélée par le test de corrélation tend à prouver qu'il existe un véritable transfert d'individus entre ces deux niveaux et qui serait gouverné par les variations des écarts thermiques; l'augmentation des écarts thermiques provoquerait une diminution dans les effectifs de l'horizon — 2,5 — 5 cm au profit des effectifs de l'horizon 0 — 2,5 cm.

● *Parcelle desséchée*

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = - 0,262$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = + 0,557$, significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,092$, pas significatif

Les températures moyennes hebdomadaires semblent agir positivement sur les Oribates de l'horizon moyen; plus la température augmente, plus les animaux ont tendance à quitter les deux autres niveaux et se rassembler dans cet horizon de la parcelle desséchée (Fig. 17).

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,113$, pas significatif

- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = -0,088$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = -0,194$, pas significatif

Bien que plus importants dans la parcelle desséchée que dans la parcelle témoin, principalement en ce qui concerne l'horizon 0 — 2,5 cm, les écarts thermiques moyens hebdomadaires n'affectent pas la distribution verticale des Oribates. Cependant le signe des coefficients de corrélation atteste d'une certaine similitude dans les réactions des animaux vis-à-vis des écarts thermiques.

b) Autres Acariens ou Mésostigmates.

● Parcelle témoin

- Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures hebdomadaires.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,415$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = +0,349$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,209$, pas significatif

Les températures moyennes hebdomadaires ne conditionnent pas la répartition verticale des animaux. En se référant aux signes des coefficients de corrélation, les Mésostigmates montrent une réaction inverse à celle des Oribates de la parcelle témoin.

- Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermiques moyens hebdomadaires
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = +0,084$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = -0,264$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,299$, pas significatif

Les écarts thermiques moyens ne semblent pas influencer sur la distribution verticale des Mésostigmates de la parcelle témoin.

● Parcelle desséchée

- Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,765$, hautement significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = +0,680$, très significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,269$, pas significatif

Dans l'horizon 0 — 2,5 cm, plus la température augmente, plus le nombre des Mésostigmates diminue au profit de l'horizon — 2,5 — 5 cm. Cet effet inverse de la température peut expliquer les transferts d'individus entre ces deux horizons, ainsi que l'ont montré les courbes de distribution verticale de la parcelle desséchée (Fig. 18, deuxième graphique). En revanche, les animaux de l'horizon profond demeurent insensibles aux variations de température, comme le montre d'ailleurs la troisième courbe de pourcentages sur le graphique de la parcelle desséchée (Fig. 18).

- Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermiques moyens hebdomadaires.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,456$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = +0,092$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,521$, significatif

Les Mésostigmates ont tendance à se rassembler dans l'horizon — 5 — 7,5 cm lorsque les écarts thermiques augmentent dans la parcelle desséchée. Les coefficients de corrélation semblent indiquer que l'enrichissement de l'horizon profond s'effectue aux dépens de l'horizon supérieur 0 — 2,5 cm.

c) Collemboles Néélides.

● Parcelle témoin

- Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,115$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = -0,015$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,231$, pas significatif

Les Néélides se répartissent dans le sol indépendamment des variations saisonnières de la température.

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = +0,187$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = -0,142$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = -0,129$, pas significatif

Les écarts thermiques moyens n'ont pas d'effet sur la distribution verticale des Néélides.

• Parcelle desséchée

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,806$, hautement significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = +0,237$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,164$, pas significatif

Lorsque la température s'élève l'horizon de surface s'appauvrit en Néélides. Le diagramme de distribution verticale de la parcelle desséchée (Fig. 19) montre qu'il n'existe pas d'échange entre l'horizon 0 — 2,5 cm et ceux qui lui font suite; l'action conjuguée de la sécheresse doit être invoquée dans la disparition brutale des Néélides.

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,509$, significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = -0,058$, pas significatif

- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,462$, pas significatif

Ce sont encore les animaux de surface qui réagissent aux variations des écarts thermiques moyens. Comme précédemment, il est difficile d'accorder une trop grande confiance à ce résultat particulier, car il est à peu près certain que les autres facteurs cycliques du climat donneraient le même degré de signification à ce test statistique sans qu'il soit possible de discerner le plus influent.

d) *Collemboles Symphypléones; Sminthurides et Dicyrtomides.*

• Parcelle témoin

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,100$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = -0,076$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,636$, très significatif

Les Symphypléones sont trop peu nombreux dans l'horizon profond pour que l'on puisse légitimer le dernier résultat de l'analyse statistique (Fig. 20).

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = +0,398$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = -0,434$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,360$, pas significatif

Les écarts thermiques moyens n'agissent pas sur la distribution verticale des Symphypléones.

• Parcelle desséchée

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,513$, significatif

- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = + 0,390$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = + 0,308$, pas significatif

Les Symphypléones semblent fuir l'horizon de surface lorsque la température augmente. Ces animaux ne sont pas récupérés par les horizons profonds contrairement à ce qu'indiquent les courbes de pourcentages du second graphique de la figure 20. En effet, les Symphypléones quittent latéralement le tunnel de la soufflerie car ils n'ont aucune aptitude à migrer en profondeur.

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = - 0,212$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = + 0,270$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,012$, pas significatif

Les écarts thermiques moyens ne sont pas responsables des modifications de la répartition des Symphypléones de la parcelle desséchée.

e) *Collemboles Poduromorphes*.

• Parcelle témoin

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,001$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = + 0,214$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,312$, pas significatif

Les variations de température ne semblent pas influencer la distribution verticale des Poduromorphes.

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,470$, significatif

- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = - 0,533$, significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,220$, pas significatif

En revanche, les écarts thermiques moyens semblent agir sur la distribution des Poduromorphes dans les deux premiers horizons; lorsque les écarts thermiques augmentent, les animaux ont tendance à se porter vers l'horizon de surface et à fuir l'horizon moyen — 2,5 — 5 cm; quand les écarts diminuent c'est l'inverse qui se produit. Cette permutation dans les effectifs est clairement soulignée sur le premier graphique de la figure 21.

• Parcelle desséchée

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = - 0,516$, significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = + 0,190$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = + 0,502$, significatif

Les résultats diffèrent de ceux obtenus dans la parcelle témoin; ici l'accroissement des températures moyennes provoque une fuite des animaux de surface vers l'horizon profond — 5 — 7,5 cm; une diminution des températures a pour incidence un effet contraire; cet échange entre les niveaux édaphiques extrêmes est apparent sur le second graphique de la figure 21; le profil de la courbe de fréquentation de l'horizon moyen — 2,5 — 5 cm explique le résultat non significatif du test de corrélation.

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = - 0,227$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = + 0,129$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,051$, pas significatif

Contrairement aux résultats significatifs de la parcelle témoin, ceux de la parcelle desséchée semblent

indiquer que les écarts thermiques moyens n'ont pas d'influence sur la distribution verticale des Poduromorphes.

f) Collemboles *Isotomides*.

• Parcelle témoin

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,384$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = +0,407$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,255$, pas significatif

La distribution verticale des *Isotomides* évolue indépendamment des moyennes thermiques hebdomadaires au cours du cycle annuel.

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = +0,151$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = +0,034$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = -0,247$, pas significatif

Les écarts thermiques moyens ne semblent pas non plus modifier la distribution verticale des *Isotomides*. Les courbes de pourcentages portées sur le premier graphique de la figure 22 montrent en effet qu'aucun transfert d'individus ne s'est réalisé entre les trois niveaux édaphiques.

• Parcelle desséchée

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,796$, hautement significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = +0,429$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,744$, hautement significatif

Le second graphique de la figure 22 met en évidence de profondes perturbations dans la distribution verticale des *Isotomides*. A la fin du programme, on assiste à une inversion complète de la répartition spatiale des animaux : l'horizon — 5 — 7,5 cm étant le plus fréquenté, aux dépens de l'horizon 0 — 2,5 cm totalement dépeuplé. Les résultats des tests de corrélation indiquent de manière hautement significative que ce transfert d'individus se déroule sous l'effet des variations de températures; lorsque la température augmente dans les trois horizons, les animaux migrent en profondeur; l'horizon moyen est bien une zone de passage, ainsi que l'indique le résultat non significatif du test statistique. Il faut cependant noter que l'état hydrique du sol exerce conjointement une action déterminante sur le processus de migration des *Isotomides*.

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,580$, significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = +0,411$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,319$, pas significatif

Les écarts thermiques moyens ont tendance à exercer les mêmes effets que la température moyenne hebdomadaire sur la répartition des *Isotomides*.

En regard des seuils de signification que nous avons imposés à nos tests statistiques, il s'avère que les écarts thermiques moyens sont uniquement responsables de la présence ou l'absence des *Isotomides* dans l'horizon 0 — 2,5 cm.

g) Collemboles *Entomobryens*.

• Parcelle témoin

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = -0,525$, significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = +0,288$, pas significatif

- Horizon — 5 — 7,5 cm :

$$r = + 0,441, \text{ pas significatif}$$

Les températures moyennes ont une légère incidence sur les pourcentages d'individus de l'horizon 0 — 2,5 cm. Parmi tous les groupes de Microarthropodes testés, c'est le seul test significatif pour l'horizon de surface de la parcelle témoin.

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :

$$r = + 0,026, \text{ pas significatif}$$

- Horizon — 2,5 — 5 cm :

$$r = - 0,139, \text{ pas significatif}$$

- Horizon — 5 — 7,5 cm :

$$r = + 0,218, \text{ pas significatif}$$

Les écarts thermiques moyens ne semblent pas avoir aucune influence sur la répartition des Entomobryens de la parcelle témoin.

- Parcelle desséchée

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Températures moyennes hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :

$$r = - 0,740, \text{ hautement significatif}$$

- Horizon — 2,5 — 5 cm :

$$r = + 0,787, \text{ hautement significatif}$$

- Horizon — 5 — 7,5 cm :

$$r = + 0,630, \text{ très significatif}$$

Le dépeuplement progressif de l'horizon de surface au profit des horizons profonds est gouverné par l'augmentation des températures moyennes enregistrées dans le sol. Le second graphique de la figure 23 met en évidence les mouvements des populations d'Entomobryens dans chaque horizon. Contrairement à ce qui se passe pour les Isotomides de la parcelle desséchée, il ne semble pas que les variations de l'état hydrique du sol interviennent dans les déplacements verticaux des Entomobryens.

— Corrélation — Pourcentages d'individus — Ecart thermique moyens hebdomadaires.

- Horizon 0 — 2,5 cm :

$$r = - 0,188, \text{ pas significatif}$$

- Horizon — 2,5 — 5 cm :

$$r = + 0,225, \text{ pas significatif}$$

- Horizon — 5 — 7,5 cm :

$$r = + 0,019, \text{ pas significatif}$$

Contrairement aux températures moyennes, les écarts thermiques moyens n'agissent pas sur la distribution verticale des Entomobryens de la parcelle desséchée; les faibles valeurs des coefficients de corrélation témoignent de l'indifférence des animaux vis-à-vis de ce facteur thermique.

Considérations d'ensemble.

Dans les conditions naturelles correspondant au climat de la région parisienne, deux tests de corrélation se sont révélés significatifs sur les vingt-et-un que nous avons effectués en confrontant les pourcentages d'animaux et les températures moyennes hebdomadaires : Symphyléons dans l'horizon — 5 — 7,5 cm et Entomobryens dans l'horizon 0 — 2,5 cm. Ces deux cas ne nous paraissent pas très probants en raison du mode de vie érigée de la plupart des espèces représentées dans ces deux groupes de Collembolés. L'ensemble de ces résultats corroborent les indications que nous possédons sur les réactions des animaux vis-à-vis de la température; à l'aide de modèles expérimentaux appropriés, nous avons pu montrer que la grande majorité des Microarthropodes du sol réagissent à la température en dehors de l'intervalle + 8 °C, + 30 °C; en deçà de cette plage thermique, les animaux ralentissent leurs activités et demeurent sur place, au-delà ils cherchent à gagner un refuge plus tempéré (VANNIER, 1970). D'autres expériences du laboratoire ont permis de montrer que l'agitation des animaux ne s'accroît pas linéairement avec l'augmentation de température; pour certaines espèces de Collembolés par exemple, il existe une limite supérieure (vers 35-36 °C) pour laquelle l'effet thermique joue le même rôle qu'un refroidissement, c'est-à-dire qu'il provoque un net ralentissement de l'activité ambulatoire des individus (VANNIER et THIBAUD, 1971). Dans le sol de la parcelle témoin, les températures enregistrées n'excèdent pas 20 °C, de sorte que les animaux ne peuvent en ressentir les effets; seule, l'am-

plitude annuelle des températures moyennes est importante puisqu'elle peut atteindre une quinzaine de degrés dans l'horizon supérieur; cependant ses effets sont pratiquement insignifiants sur la microfaune en raison du phénomène d'accoutumance.

Les écarts thermiques moyens hebdomadaires ont également peu d'influence sur les animaux de la parcelle témoin. Sur les vingt-et-un tests effectués, quatre seulement se sont avérés significatifs: Acariens Oribates dans les horizons 0 — 2,5 cm et — 2,5 — 5 cm; Collemboles Poduromorphes dans les horizons 0 — 2,5 cm et — 2,5 — 5 cm. Ces deux résultats sont certainement plus convaincants, car ils concernent deux groupes dont les représentants ont une existence plus spécifiquement édaphique.

Dans la parcelle desséchée, les températures moyennes hebdomadaires conditionnent davantage le développement des populations microarthropodiennes dans les trois horizons édaphiques. Sur vingt-et-un tests, douze se sont révélés significatifs. C'est principalement dans l'horizon de surface que les effets de la température ont été les plus ressentis par les animaux (à l'exception des Acariens Oribates); tous les coefficients de corrélation sont négatifs, c'est-à-dire que l'augmentation de la température provoque la fuite des animaux. Mais il est très difficile de disjoindre l'influence de l'humidité sur le comportement des animaux. En effet, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, les coefficients de corrélation dans les tests concernant les rapports eaux-microarthropodes sont tous positifs, (sauf Acariens Oribates), montrant ainsi que l'abaissement de taux d'humidité du sol, synchrone de l'accroissement de température, entraîne également un appauvrissement de la faune. Nous sommes donc amenés à juger de la prépondérance de l'un ou de l'autre facteur selon le degré de signification des tests de corrélation. Le tri est facile à faire, car, seuls, les Isotomides offrent une réponse significative à la fois à l'élévation de température et au dessèchement de leur milieu; tous les autres groupes, à l'exception des Oribates, réagissent uniquement aux variations de la température dans la parcelle desséchée.

Les écarts thermiques, plus importants dans la parcelle desséchée, ne semblent pas agir sur la distribution verticale des principaux groupes d'animaux. Deux cas seulement se sont révélés significatifs: Néélides dans l'horizon 0 — 2,5 cm; Isotomides dans le même horizon. Pour ces deux groupes de Collemboles, les individus ont tendance à quitter l'horizon de surface lorsque les écarts thermiques moyens augmentent.

3 — INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ DU SOL SUR LA DISTRIBUTION VERTICALE DES ACARIENS ET COLLEMBOLLES DANS CHAQUE PARCELLE.

La teneur en eau du sol est le facteur climatique qui différencie le plus les deux parcelles. A l'aide du test de corrélation, nous avons recherché quelle était son influence sur la distribution verticale de chaque groupe systématique parmi les Acariens et les Collemboles.

a) *Acariens Oribates.*

- *Parcelle témoin*: Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm:
 $r = + 0,005$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm:
 $r = - 0,086$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm:
 $r = - 0,101$, pas significatif

Les résultats de l'analyse statistique montrent une très forte indépendance des Oribates vis-à-vis de la teneur en eau de chaque horizon.

- *Parcelle desséchée*: Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm:
 $r = - 0,158$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm:
 $r = - 0,044$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm:
 $r = + 0,329$, pas significatif

Les légères modifications de la distribution verticale des Oribates révélées par le second graphique de la figure 17, ne semblent pas être provoquées par l'assèchement progressif du sol, ni d'ailleurs par la température comme nous l'avons remarqué précédemment. Le signe des coefficients de corrélation indiquerait plutôt une tendance générale des individus à se tenir dans l'horizon profond lorsqu'un excès hydrique s'est installé dans le sol et, inversement dans l'horizon supérieur lorsque le dessèchement est amorcé. En réalité, nous savons par expérience personnelle qu'il faut atteindre des seuils de siccité plus prononcée (au-delà de pF 5) pour enregistrer un début de fuite significative de la part des Oribates; dans notre programme, le déficit hydrique de l'horizon 0 — 2,5 cm n'est pas suffisant pour provoquer la migration en profondeur des animaux (cf. Fig. 9).

b) Autres Acariens ou Mésostigmates.

- *Parcelle témoin* : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,693$, très significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = - 0,426$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,510$, significatif

Les Mésostigmates ne sont pas indifférents aux variations de l'état hydrique du sol. Plus le sol est humide, plus les animaux se cantonnent dans l'horizon de surface en remontant des horizons profonds; en revanche lorsque le sol se dessèche superficiellement, les Mésostigmates pénètrent plus profondément dans le sol. Rappelons que la température ne semble pas jouer un rôle dans ces déplacements verticaux.

- *Parcelle desséchée* : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,276$, pas significatif

- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = - 0,303$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,332$, pas significatif

Il est surprenant de constater que les Mésostigmates ne sont pas sensibilisés par les importantes pertes hydriques du sol de la parcelle desséchée. Néanmoins le signe des coefficients de corrélation indiquent des tendances comparables à celles de la parcelle témoin. Dans l'étude du facteur thermique, nous avons remarqué que la température joue en fait le premier rôle dans les changements de position des Mésostigmates.

c) Collembolles Néélides.

- *Parcelle témoin* : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = - 0,027$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = + 0,249$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = + 0,21$, pas significatif

Les conditions hydriques de la parcelle témoin paraissent satisfaire les besoins des Néélides tout au long du cycle annuel.

- *Parcelle desséchée* : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,437$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = - 0,076$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,307$, pas significatif

La disparition totale des Néélides de l'horizon supérieur vers le mois d'avril (cf. deuxième graphique de la figure 19) est davantage provoquée par l'élévation de température que par le dessèchement du milieu. Cependant la valeur relativement élevée du coefficient de corrélation ($r = + 0,437$) semble indi-

quer le rôle de second plan du facteur hydrique dans le comportement des Néélides.

d) *Collemboles Symphyléones; Sminthurides et Dicyrtomides.*

- *Parcelle témoin* : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = +0,242$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = +0,009$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = -0,639$, très significatif

Les faibles taux de fréquentation relevés dans l'horizon — 5 — 7,5 cm ne nous permettent pas d'accorder une valeur très probante à la signification du test de corrélation. Les Symphyléones vivent principalement à la surface ou dans les premiers centimètres du sol; ils semblent cependant affectionner les endroits plus humides, si nous nous en tenons au signe des coefficients de corrélation.

- *Parcelle desséchée* : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = +0,373$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = -0,251$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = -0,010$, pas significatif

Les arguments avancés à propos des Néélides de la parcelle desséchée peuvent être rapportés pour le cas des Symphyléones. Sur l'ensemble du programme, il semble que la température prenne le pas sur la situation hydrique du sol pour éliminer les Symphyléones de l'horizon supérieur. En examinant à nouveau le second graphique de la figure 20, il semblerait logique de distinguer deux périodes dans l'évolution de la distribution verticale des animaux : du mois de novembre au début du mois d'avril les Symphyléones ne modifient pas leur position dans les trois horizons; de la mi-avril à la fin du programme

ils quittent la parcelle desséchée sous l'action conjointe de l'élévation de température et du dessèchement.

e) *Collemboles Poduromorphes.*

- *Parcelle témoin* : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = +0,336$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = -0,438$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = +0,034$, pas significatif

Le premier graphique de la figure 21 montre d'importants changements dans la distribution verticale des Poduromorphes, mais les résultats de l'analyse de corrélation ne permettent pas de les attribuer aux variations de l'état hydrique du sol. Tout au plus peut-on dire que les animaux abondent dans l'horizon de surface lorsque l'humidité du sol augmente. Les résultats précédents relatifs à l'incidence du facteur thermique ont montré que ce sont les écarts de température qui régissent les déplacements verticaux des Poduromorphes.

- *Parcelle desséchée* : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = +0,395$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = -0,121$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = -0,440$, pas significatif

Les profondes perturbations dans la distribution verticale des Poduromorphes (cf. deuxième graphique de la figure 21) ne peuvent trouver une explication dans les changements de l'état hydrique du sol de la parcelle desséchée. En se reportant à l'analyse thermique, on constate que les températures moyennes hebdomadaires conditionnent les déplacements en profondeur des Poduromorphes.

f) *Collemboles Isotomides*; cas particulier.

- Parcelle témoin : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,509$, significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = - 0,564$, significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,281$, pas significatif

Le premier graphique de la figure 22 indique que les courbes de pourcentages appartenant aux deux premiers horizons ont tendance à se rejoindre en fin de programme. Ce rapprochement signifie que l'horizon supérieur cède une partie de ses *Isotomides* à l'horizon moyen; ainsi que le montrent les résultats de l'analyse statistique, cet échange d'animaux s'effectuerait sous l'action du léger dessèchement qui se produit dans la parcelle témoin au cours de la période estivale (cf. Fig. 8). L'horizon inférieur ne participe en rien à ces mouvements de population, le profil de sa courbe de pourcentages confirme le résultat non significatif du test de corrélation ($r = - 0,281$).

Les *Isotomides* sont sans doute parmi les Microarthropodes ceux qui offrent la plus grande sensibilité aux variations de l'état hydrique du sol et, à titre de curiosité, nous allons utiliser la méthode de régression linéaire pour connaître à partir de quel moment devrait s'effectuer la jonction entre les courbes de pourcentages concernant les horizons 0 — 2,5 cm et — 2,5 — 5 cm de la parcelle témoin. Auparavant, il est nécessaire de rappeler qu'il n'est pas possible de porter sur le même graphique les droites de régression qui lient les pourcentages d'animaux aux teneurs en eau du sol et calculer les coordonnées du point de rencontre des deux droites. En effet nous avons déjà remarqué que les humidités actuelles n'avaient pas la même valeur d'un horizon à l'autre (cf. Tableau I), rendant incorrecte la résolution du problème posé. En revanche, en étudiant la régression des pourcentages d'individus dans chaque horizon par rapport au temps, il est

possible de porter les droites de régression linéaire sur un même système d'axes et connaître ensuite l'instant précis à partir duquel les *Isotomides* deviennent plus abondants dans l'horizon sous-jacent.

Nous avons calculé les droites de régression pour les couples de variables suivants : Y (pourcentages d'*Isotomides*) — X (temps en quinzaine de jours)

- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $Y = - 1,06 X + 79,69$
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $Y = + 0,44 X + 15,07$

Les solutions communes qui satisfont les deux équations de régression linéaire vont nous permettre de connaître le numéro d'ordre de la quinzaine à partir de laquelle un véritable transfert d'individus s'est instauré entre les deux horizons; $X = 43,0$ (quinzaines) et $Y = 34,0$ (pourcentages d'*Isotomides*) vérifiant les deux équations et déterminant les coordonnées du point de rencontre des deux droites. En clair, ces résultats signifient que la migration en profondeur devient irréversible à partir de la 43^e quinzaine alors que 34 % des individus se trouvent encore dans l'horizon de surface; ce pourcentage est pour la première fois atteint dans l'horizon moyen de la parcelle témoin. Rappelons qu'en moyenne il y a 72,9 % d'*Isotomides* dans l'horizon 0 — 2,5 cm et 18,6 % dans l'horizon — 2,5 — 5 cm.

En réalité, ce résultat est une extrapolation fictive car la 43^e quinzaine tombe dans un nouveau cycle annuel de l'eau tellurique; dès le mois de novembre suivant les réserves hydriques du sol sont à nouveau reconstituées et la migration verticale des *Isotomides* sous l'effet du dessèchement est aussitôt interrompue.

- Parcelle desséchée : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,538$, significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = - 0,537$, significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,675$, très significatif

Parmi tous les Microarthropodes testés dans la parcelle desséchée, les *Isotomides* sont les seuls à

réagir significativement au déficit hydrique qui règne dans le sol. Les résultats de l'analyse statistique démontrent que les animaux fuient en profondeur au fur et à mesure qu'un déficit hydrique s'installe dans l'horizon supérieur 0 — 2,5 cm. A la différence du cas précédent dans la parcelle témoin, l'horizon inférieur est ici concerné par cette migration verticale; les courbes de pourcentages d'Isotomides représentées sur le second graphique de la figure 22 s'entrecroisent en plusieurs points et à la fin du programme il existe une inversion complète des taux de fréquentation; l'horizon inférieur — 5 — 7,5 cm accueillant la grande majorité des individus alors que l'horizon supérieur 0 — 2,5 cm est totalement dépeuplé.

Par la méthode du test de régression linéaire que nous avons utilisé précédemment il est possible de connaître le moment précis à partir duquel le pourcentage d'Isotomides devient prépondérant dans l'horizon inférieur — 5 — 7,5 cm au dépens de l'horizon de surface 0 — 2,5 cm.

Cet instant critique du phénomène de migration verticale correspond au point d'intersection des deux droites représentant l'évolution du taux de fréquentation dans chaque horizon édaphique. Nous avons recherché l'équation de ces deux droites à l'aide de couples de variables suivants : Y (pourcentages d'Isotomides) — X (temps en quinzaines de jours)

- Horizon 0 — 2,5 cm :
$$Y = -3,83 X + 83,26$$
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
$$Y = +2,33 X - 4,89$$

Les coordonnées du point de rencontre de ces deux droites sont respectivement : X = 14,3 (soit la quatorzième quinzaine) et Y = 28,46 (soit le pourcentage d'Isotomides présents dans les deux horizons extrêmes). Ce point n'est pas très éloigné de l'intersection des deux courbes de pourcentages tracées sur le second graphique de la figure 22, en effet on peut lire que la quatorzième quinzaine correspond à la quatorzième journée d'échantillonnage qui coïncide avec la 127^e journée de l'année 1968. En se reportant aux courbes de teneur en eau du sol dans la parcelle desséchée (Fig. 9), on se rend immédiatement compte qu'à la quatorzième journée d'échantillonnage coïn-

cide une humidité de 23,1 % dans l'horizon 0 — 2,5 cm; cette situation hydrique correspond à 4,35 unités pF, soit aussi à une énergie de liaison entre l'eau et les particules du sol de 22,38 kg/cm²; en revanche, dans l'horizon inférieur — 5 — 7,5 cm les conditions hydriques sont plus favorables puisque la teneur en eau est de 24,1 %, soit un pF de 4,10, c'est-à-dire une force de rétention hydrique de 12,58 kg/cm². Ces premiers résultats concordent avec ceux de notre travail sur les réactions des Microarthropodes vis-à-vis de l'état hydrique du sol (VANNIER, 1970); nous avons effectivement démontré que les Isotomides offrent une réponse de fuite après le point de fêtrissement permanent (pF 4,2) soit atteint dans leur biotope.

Une analyse plus fine du profil des courbes de pourcentages portées sur le second graphique de la figure 22 conduit à distinguer plusieurs phases dans le processus de migration verticale. En effet, de la première (310) à la septième (029) séance d'échantillonnage (1), les taux de fréquentation dans chaque horizon apparaissent à peu près constants malgré le dessèchement de plus en plus prononcé dans la parcelle desséchée. A partir de la huitième séance (043), le pourcentage d'Isotomides dans l'horizon 0 — 2,5 cm décroît régulièrement pour atteindre une valeur nulle à la dernière journée d'échantillonnage (239); au contraire, dans l'horizon profond — 5 — 7,5 cm le pourcentage d'individus augmente proportionnellement au temps et atteint une valeur maximale en fin de programme. L'horizon — 2,5 — 5 cm représente une zone de transit entre les deux horizons extrêmes, le taux de fréquentation passe par un maximum vers la treizième journée d'échantillonnage (113), puis décroît sensiblement au fur et à mesure que l'horizon profond s'enrichit à son tour.

Cette analyse séquentielle peut se concrétiser en une suite de segments de droite représentative de l'évolution des pourcentages d'Isotomides et dont nous pouvons calculer les équations par la méthode du test de régression linéaire où Y représente les

(1) 310 représente le quantième journalier de l'année 1967, 029 celui de l'année 1968 etc

taux de fréquentation et X le temps en quinzaine de jours :

• Horizon 0, — 2,5 cm :

— de la première (310) à la septième journée d'échantillonnage (029)

$$Y = -0,14 X + 63,78$$

— de la huitième (043) à la dix-huitième journée d'échantillonnage (239)

$$Y = -5,89 X + 115,54$$

• Horizon — 5 — 7,5 cm :

— de la première (310) à la septième journée d'échantillonnage (029)

$$Y = +0,28 X + 27,26$$

— de la huitième (043) à la treizième journée d'échantillonnage (113)

$$Y = +8,27 X - 51,16$$

— de la quatorzième (127) à la dix-huitième journée d'échantillonnage (239)

$$Y = -3,32 X + 101,81$$

• Horizon — 2,5 — 5 cm :

— de la première (310) à la septième journée d'échantillonnage (029)

$$Y = -0,13 X + 8,95$$

— de la huitième (043) à la dix-huitième journée d'échantillonnage (239)

$$Y = +4,88 X - 41,72$$

L'ensemble de ces droites de régression nous ont permis de reconstituer le processus de migration des Isotomides dans la parcelle desséchée (Fig. 24). Ce nouveau diagramme présente un certain nombre de points remarquables qui ont été numérotés de I à XIII et dont nous étudierons les coordonnées particulières.

Auparavant, il est nécessaire de savoir si le modèle statistique proposé est peu différent du schéma original représenté par le second graphique de la figure 22.

Pour vérifier cette proposition nous avons comparé les pourcentages d'Isotomides tirés de l'expérience à ceux calculés à partir du modèle statistique en utilisant le critère de Pearson. Les pourcentages d'animaux correspondant aux différents points critiques du processus de migration sont consignés dans le tableau VI, et le résultat du test de comparaison montre que les deux séries de valeurs ne sont pas significativement différentes : $\chi^2 = 12,596$ et pour 13 degrés de liberté $\chi^2_{0,05} = 22,362$.

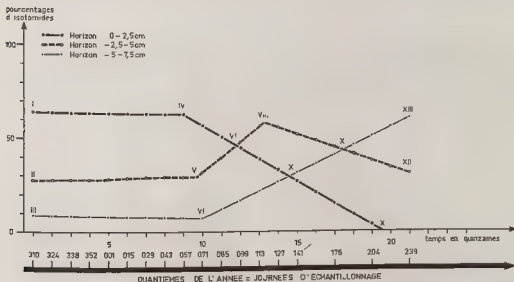


FIG. 24. — Représentation du modèle statistique permettant d'étudier le processus de migration verticale des Collembolles Isotomides dans la parcelle desséchée.

Comparer avec le deuxième graphique de la figure 22. Explication dans le texte.

La validité du modèle statistique étant reconnue, il est maintenant possible d'analyser en détails les déplacements verticaux des Isotomides. En se reportant aux figures 9 et 24, nous pouvons étudier les rapports entre les principales phases de la distribution verticale des animaux et les variations de l'état hydrique du sol dans chaque horizon :

- Horizon 0 — 2,5 cm : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
de I à IV : $r = + 0,006$, pas significatif
de IV à XI : $r = + 0,629$, significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
de II à V : $r = - 0,235$, pas significatif
de V à VIII : $r = - 0,827$, significatif
de VIII à XII : $r = + 0,807$, pas significatif

- Horizon — 5 — 7,5 cm : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
de III à VI : $r = - 0,371$, pas significatif
de VI à XIII : $r = - 0,754$, très significatif

L'analyse de corrélation confirme la dépendance des Isotomides vis-à-vis de l'état hydrique du sol à partir seulement de la seconde moitié du programme expérimental. Les renseignements rassemblés sur le tableau VII vont nous permettre d'analyser la situation hydrique du sol aux différents points critiques de la migration verticale des Isotomides.

Dans l'horizon supérieur 0 — 2,5 cm, le taux d'individus se maintient constant jusqu'à la neuvième séance d'échantillonnage (points I à IV sur la figure 24) alors que l'humidité du sol est passée de 82,4 à 31,4 %, soit une augmentation de pF 0,9 à pF 4,15,

TABLEAU VI

Parcelle desséchée : comparaison entre les pourcentages d'Isotomides tirés de l'expérience et ceux calculés à partir du modèle statistique; se reporter aux figures 22 et 24.

Points critiques de la migration	Horizons concernés	Pourcentages expérimentaux	Pourcentages calculés
I	0-2,5 cm	65,41	63,78
II	-2,5-5 cm	27,07	27,26
III	-5-7,5 cm	7,52	8,95
IV	0-2,5 cm	73,01	62,52
V	-2,5-5 cm	26,55	30,00
VI	-5-7,5 cm	9,73	7,64
VII	0-2,5 cm	32,37	46,63
	-2,5-5 cm	49,64	46,63
VIII	-2,5-5 cm	63,39	57,90
LX	0-2,5 cm	27,52	29,52
	-5-7,5 cm	22,02	29,52
X	-2,5-5 cm	42,65	43,68
	-5-7,5 cm	50,00	43,68
XI	0-2,5 cm	0	0
XII	-2,5-5 cm	30,00	32,09
XIII	-5-7,5 cm	70,00	60,76
Critère de Pearson (χ^2)		12,596 (pas significatif)	

TABLEAU VII

*Parcelle desséchée : situation hydrique aux différents points critiques
de la migration verticale des Isotomides.*

Se reporter aux figures 9, 22 et 24.

Points critiques (Fig 24)	Horizon 0-2,5 cm			Horizon -2,5-5 cm			Horizon -5-7,5 cm		
	eau %	pF	rétenion kg/cm ²	eau %	pF	rétenion kg/cm ²	eau %	pF	rétenion kg/cm ²
I	82,4	0,90	0,007						
II				53,3	2,00	0,100			
III							44,2	2,60	0,398
IV	31,4	4,15	14,12						
V				29,2	4,00	10,00			
VI							31,5	3,80	6,30
VII	25,4	4,30	19,95	27,5	4,05	11,22			
VIII				25,2	4,15	14,12			
IX	19,9	4,40	25,11				22,2	4,12	13,22
X				21,9	4,20	15,84	21,1	4,15	14,12
XI	16,3	4,55	35,48						
XII				18,9	4,35	22,38			
XIII							19,2	4,25	17,78

c'est-à-dire un accroissement exponentiel de l'énergie de liaison eau-sol de 7 g/cm² à 14,12 kg/cm².

Dans l'horizon moyen — 2,5 — 5 cm, les Isotomides y demeurent en proportion constante jusqu'à la dixième séance d'échantillonnage (points II à V) et l'humidité du sol a baissé de 53,3 à 29,2 %, soit une augmentation de pF 2 à pF 4, ou un accroissement des forces de liaison eau-sol de 100 g/cm² à 10 kg/cm².

Dans l'horizon inférieur, le taux d'Isotomides ne varie pas non plus jusqu'à la dixième séance d'échantillonnage (points III à VI) et l'humidité du sol y subit les plus faibles variations : 44,2 à 31,5 %; pF 2,60 à pF 3,80, soit un accroissement des forces de rétenion eau-sol de 398 g/cm² à 6,30 kg/cm².

C'est à la douzième séance d'échantillonnage (point VII) que l'horizon moyen possède pour la première

fois le même pourcentage d'Isotomides que l'horizon supérieur; ce gain d'individus s'explique par des différences de déficit hydrique dans ces deux horizons. Le tableau VII montre en effet que l'horizon 0 — 2,5 cm possède une humidité inférieure à celle correspondant au point de flétrissement permanent, soit de 25,4 % équivalente à pF 4,3 ou à une force de liaison eau-sol très élevée de 19,95 kg/cm², alors que l'horizon moyen dispose encore de réserves hydriques suffisantes 27,5 % d'eau, soit pF 4,05 ou une force de liaison eau-sol de 11,22 kg/cm².

Vers la quinzième séance d'échantillonnage (point IX), l'horizon inférieur possède le même taux d'individus que l'horizon supérieur; à ce moment précis, la migration verticale des Isotomides est devenue irréversible, il règne un déficit hydrique important dans l'horizon 0 — 2,5 cm, avec une teneur en

eau de 19,9 %, correspondant à un pF élevé de 4,40 et à une force de rétention eau-sol de 25,11 kg/cm². En revanche, les conditions hydriques sont plus favorables dans l'horizon — 5 — 7,5 cm, avec un taux d'humidité de 22,2 %, soit un pF de 4,12 ou encore une énergie de liaison eau-sol de 13,22 kg/cm².

A la dix-septième journée d'échantillonnage (point X), le taux d'Isotomides dans l'horizon — 5 — 7,5 cm a rejoint celui de l'horizon — 2,5 — 5 cm dans lequel le point de flétrissement permanent est atteint avec une humidité de 21,9 %, soit une énergie de liaison eau-sol de 15,84 kg/cm², tandis que l'horizon profond possède encore une humidité de 21,1 %, soit un pF de 4,15 ou encore une force de rétention de 14,12 kg/cm².

A la fin du programme, les Isotomides ont totalement disparu de l'horizon 0 — 2,5 cm (point XI); le déficit hydrique est alors très important, puisque l'humidité du sol est de 16,3 %, équivalente à pF 4,55, soit une force de liaison eau-sol de 35,48 kg/cm². Dans l'horizon — 2,5 — 5 cm (point XII), le déficit hydrique a largement dépassé le point de flétrissement permanent avec une humidité de 18,9 %, soit pF 4,35 ou une force de liaison eau-sol de 22,38 kg/cm². L'horizon — 5 — 7,5 cm qui accueille la majorité des Isotomides encore présents dans la parcelle desséchée, accuse un déficit hydrique proche du point de flétrissement permanent, car sa teneur en eau de 19,2 % correspond à pF 4,25, soit une énergie de liaison eau-sol de 17,78 kg/cm². Si l'expérience de dessèchement avait été poussée plus loin il est vraisemblable que les conditions hydriques du sol seraient devenues totalement hostiles aux Isotomides de la parcelle desséchée.

L'étude détaillée des principales phases de la migration verticale des Isotomides souligne l'importance écologique de la notion du pF. En effet on remarque que les échanges d'horizon à horizon (intersections des segments de droite de la figure 24, points VII, IX et X) deviennent irréversibles lorsque le point de flétrissement permanent est dépassé dans l'horizon qui cède ses animaux, alors qu'il n'est pas encore atteint dans celui qui les reçoit (tableau VII).

g) *Collemboles Entomobryens.*

- *Parcelle témoin* : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,481$, significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = - 0,266$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,502$, significatif

Les Entomobryens se rencontrent en plus grand nombre dans l'horizon de surface lorsque l'humidité du sol augmente; dans les autres horizons, c'est l'inverse qui se produit, mais on ne peut accorder une trop grande signification à ce résultat statistique puisque ces Collembolés ne se trouvent qu'occasionnellement dans les couches profondes du sol. Sur le premier graphique de la figure 23, on peut noter que la courbe des pourcentages de l'horizon 0 — 2,5 cm passe par un maximum en hiver, ce qui justifierait le résultat positif du test de corrélation. Cependant, l'analyse thermique avait déjà montré que les Entomobryens de l'horizon supérieur sont en sur-nombre lorsque la température moyenne du sol décroît, c'est-à-dire également en période hivernale; le coefficient de corrélation ($r = - 0,525$) étant même supérieur à celui qui concerne l'humidité du sol ($r = + 0,481$).

- *Parcelle desséchée* : Corrélation — Pourcentages d'individus — Humidité du sol.
- Horizon 0 — 2,5 cm :
 $r = + 0,261$, pas significatif
- Horizon — 2,5 — 5 cm :
 $r = - 0,446$, pas significatif
- Horizon — 5 — 7,5 cm :
 $r = - 0,235$, pas significatif

Les changements profonds constatés dans la distribution verticale des Entomobryens (deuxième graphique de la figure 23) ne sont pas provoqués par les variations de la teneur en eau du sol. D'après les résultats de l'analyse thermique, nous pouvons les attribuer à l'évolution de la température moyenne du

sol; un accroissement de celle-ci entraînant une migration en profondeur des Entomobryens.

Considérations d'ensemble :

C'est en fin de programme que la différence d'humidité entre les deux parcelles est la plus marquée; horizon 0 — 2,5 cm : 43,4 % dans la parcelle témoin contre 16,3 % dans la parcelle desséchée; horizon — 2,5 — 5 cm : 34,2 % contre 18,9 %; horizon — 5 — 7,5 cm : 34,8 % contre 19,2 %. Cette différence est encore plus accentuée si on s'en réfère aux forces de rétention qui lient l'eau aux particules du sol; horizon 0 — 2,5 cm : 2,51 kg/cm² dans la parcelle témoin contre 35,48 kg/cm² dans la parcelle desséchée; horizon — 2,5 — 5 cm : 5,62 kg/cm² contre 17,78 kg/cm². A chacune de ces forces de liaison, les animaux doivent opposer une force de succion supérieure pour soustraire de l'eau au milieu édaphique.

La plupart des Microarthropodes ne semblent pas être affectés par de telles contraintes, à l'exception toutefois des Collembolles Isotomides qui dans leur grande majorité ne peuvent vaincre des forces de rétention excédant 20 kg/cm² et vont rechercher en profondeur un endroit où l'eau est encore accessible.

Pour les autres groupes de Microarthropodes, les limites de disponibilité en eau n'ont pas été atteintes dans le sol de la parcelle desséchée. L'indifférence des Acariens Oribates, par exemple, ne constitue pas un fait surprenant à nos yeux car, à l'occasion de travaux antérieurs, nous avons situé leur limite aux environs de pF 5, c'est-à-dire lorsque l'eau est retenue par le sol avec une force de 100 kg/cm² (VAN NIER, 1970).

Pour la plupart des Arthropodes, la véritable sècheresse s'installe dans le sol quand le déficit hydrique franchit la limite du point d'hygroscopie maximale au-delà de laquelle il n'existe plus d'eau liquide et un déficit de saturation commence à gagner l'air qui occupe les interstices. Les animaux vivant dans le sol doivent alors faire face au nouveau problème de la perte d'eau corporelle par évaporation et aux difficultés grandissantes de reconstituer leurs propres réserves hydriques. Cette limite critique correspond

à pF 4,7, c'est-à-dire à une force de liaison eau-sol de 50 kg/cm², soit pour le sol de notre station à une humidité de 11,3 % dans l'horizon 0 — 2,5 cm, de 10,2 % dans l'horizon — 2,5 — 5 cm et de 9,8 % dans l'horizon — 5 — 7,5 cm. Ce sont généralement les espèces les mieux adaptées qui survivent à ces conditions écologiques comparables à celles du milieu aérien; on y rencontre des formes à revêtements tégumentaires spécialisés (poils, écailles, couche protectrice de cire...) et à systèmes respiratoires trachéens.

CONCLUSION

Les variations du climat ne sont pas déterminantes dans la distribution verticale des principaux groupes de Microarthropodes du sol. Les amplitudes saisonnières de chaque facteur climatique sont importantes en région tempérée et sous couvert forestier, mais n'atteignent pas les seuils critiques susceptibles de modifier profondément la position des animaux dans les différentes couches du sol. Les quelques résultats significatifs obtenus sur les rapports faune-climat ont plutôt indiqué dans quel sens peuvent s'exercer les influences climatiques. Il est surprenant de constater que les écarts entre les distributions verticales dans chaque parcelle ne sont pas dus au facteur distinguant fortement les deux biotopes, mais sont le plus souvent imputables à l'évolution du facteur thermique; une exception toutefois avec les Collembolles Isotomides pour lesquels on a pu atteindre la limite de disponibilité en eau et qui ont été contraints de chercher refuge dans les horizons plus humides.

La présence en plus grand nombre d'animaux dans la parcelle desséchée par rapport à la parcelle témoin constitue à nos yeux le fait le plus saillant de cette étude écologique. Ce résultat n'est pas dû au choix d'un emplacement plus riche en faune au début de l'expérience, mais signifie bien que les Microarthropodes sont attirés par les biotopes où subsiste un déficit hydrique supérieur au point de flétrissement permanent. Cette affluence n'est pas une conséquence di-

recte de l'assèchement du sol sous le tunnel; elle peut alors se justifier, à notre avis, par des raisons d'ordre trophique. On sait en effet que la grande majorité des Microarthropodes se nourrissent essentiellement de voiles bactériens, d'hyphes et de spores de champignons microscopiques, or le point de flétrissement permanent (pF 4,2) ne constitue pas un seuil marquant l'arrêt de l'activité microbiologique, bien au contraire. Comme l'a remarqué DOMMERGUES en 1962. « En effet, si au-delà de ce pF, certains groupements de microorganismes cessent de participer aux processus évolutifs de la matière organique du sol, d'autres continuent à intervenir, parfois même avec un dynamisme accru, notamment aux environs de pF 5,0, la limite extrême de toute activité biologique correspondant au pF 5,5 ou même 5,6 ». Cet auteur a pu différencier des groupements écologiques parmi les microorganismes telluriques selon leurs exigences vis-à-vis du facteur eau depuis des valeurs inférieures à pF 3,6 jusqu'à 5,5 et même 5,6. Le facteur hydrique opère une véritable sélection sur les germes responsables de la cellulolyse, de l'amylolyse, de la glucolyse etc..., et il est vraisemblable que l'élimination successive des souches microbiennes spécialisées peut exercer à son tour une sélection parmi les Microarthropodes bactériophages. Au-dessus de pF 4,9, la microflore bactérienne est relayée par la microflore fongique, beaucoup moins exigeante en eau et qui exerce une action prépondérante dans l'intervalle pF 4,9 - 5,6; à ce stade du dessèchement, on peut légitimement penser que les Microarthropodes encore présents dans le sol sont essentiellement mycophages. L'analyse du régime alimentaire des animaux montrant une grande résistance à la sécheresse, telles que certaines espèces d'Acaris Oribates, devrait permettre de vérifier cette hypothèse.

D'autres observations microbiologiques nous inclinent à penser que les Microarthropodes trouvent une nourriture abondante dans le sol de la parcelle desséchée. En consultant les courbes de teneurs en eau dans la parcelle desséchée (Fig. 9), on constate que l'horizon 0 — 2,5 cm s'est enrichi momentanément en eau à quatre reprises (décembre, février, avril, juillet), sans doute à la suite d'infiltrations causées

par une chute de pluie abondante. Ces réhumectations périodiques ont eu pour effet d'intensifier l'activité microbiologique, ainsi que l'a montré BACHELIER (1968) dans son étude sur la minéralisation du carbone des sols. En expérimentant sur des échantillons de terre alternativement desséchés puis réhumectés, cet auteur a en effet montré que le dégagement de gaz carbonique correspondant à l'activité biologique globale de la microflore hétérotrophe est d'autant plus importante que la dessiccation est plus poussée. Nous avons récemment vérifié cette information en plaçant la parcelle témoin de notre station deux échantillons de sol (5 × 5 cm) préalablement desséchés à pF 5,0 et défaunés; après trois jours d'incubation dans les conditions écologiques naturelles, nous avons recensé en moyenne par échantillon 83 Collemboles et 34 Acariens. Cette première expérience apporte un argument supplémentaire qui confirme le pouvoir attractif d'un milieu « sec » sur les Microarthropodes du sol.

Nous comptons donner une suite à ces résultats en analysant *in situ* le comportement des Microarthropodes sous l'action d'une relance de l'activité microbiologique qui serait provoquée par un dessèchement plus ou moins prononcé dans le sol.

REMERCIEMENTS

Ce travail a pu être réalisé grâce aux moyens mis à notre disposition par Monsieur le Professeur DELAMARE DEBOUTTEVILLE dans le cadre de la recherche coopérative sur programme n° 40, Ecologie du sol, avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique.

Nous sommes très heureux de remercier Monsieur I. ALPERN, Ingénieur électromécanicien au C.N.R.S., qui a réalisé et rendu fonctionnel notre projet d'assèchement du sol. Nous tenons également à remercier Madame F. ARPIN pour son aide précieuse dans le traitement des nombreuses données chiffrées de notre travail, Madame S. ROUSSEAU pour l'excellente qualité d'exécution des illustrations graphiques, Monsieur A. HEYMER, Chargé de recherche au C.N.R.S. pour ses épreuves photographiques et Madame M. DABBADIE qui a dactylographié notre manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- ATHIAS (F.), 1971. — Recherches écologiques dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire) : étude quantitative préliminaire des Microarthropodes du sol. *La Terre et la Vie*, n° 3, 395-409.
- BACHELIER (G.), 1968. — Contribution à l'étude de la minéralisation du carbone des sols. *Mémoires ORSTOM*, n° 3, 1-145.
- DOMMERGUES (Y.), 1962. — Contribution à l'étude de la dynamique microbienne des sols en zone semi-aride et en zone tropicale sèche. *Institut National de la Recherche Agronomique, Paris*, 1-157.
- EMBERGER (L.), 1930. — Sur une formule applicable en géographie botanique. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 191, 389.
- FISHER (R.A.) et YATES (F.), 1970. — Statistical tables for biological, agricultural and medical research. *Oliver and Boyd, Edinburgh*, sixth edition, 146 pages.
- GRISOLLET (H.), GUILMET (B.) et ARLERY (R.), 1962. — Climatologie, méthodes et pratiques. *Gauthier-Villars, Paris*, 401 pages.
- KNEULE (F.), 1964. — Le séchage. *Eyrolles, Paris*, 460 pages.
- TAYLOR (B.J.R.), 1965. — The analysis of polymodal frequency distributions. *J. Anim. Ecol.*, 34, 445-452.
- VANNIER (G.), 1970. — Réactions des Microarthropodes aux variations de l'état hydrique du sol. Techniques relatives à l'extraction des Arthropodes du sol. *Centre National de la Recherche Scientifique, Paris*, 319 pages.
- VANNIER (G.) et THIBAUD (J.M.), 1971. — Relation entre l'activité motrice d'une espèce de Collembolles cavernicoles et les variations de température dans son biotope. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, T. VIII, 2, 261-286.
- VANNIER (G.), 1971. — Signification de la persistance de la pédofaune après le point de flétrissement permanent dans les sols. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, T. VIII, 3, 343-365.

RÉGIME ALIMENTAIRE DU BAR *DICENTRARCHUS LABRAX* L. DES RÉSERVOIRS A POISSONS DE LA RÉGION D'ARCACHON

par Pierre Jean LABOURG et Bernard STEQUERT

Institut Universitaire de Biologie marine - Arcachon
et Laboratoire d'Anatomie Comparée - Bordeaux.

SUMMARY

The diet of the bass, *Dicentrarchus labrax* (L.), living in the brackish ponds of Arcachon bay, Atlantic coast of France, is described.

This diet is not related to sex, but we found a good correlation between the predatory size and the type of nutrition.

Under 40 cm, the diet is composed of 85 % Amphi-

pods and 30 % Chironomids larvae. From approximately 40 cm, it is exclusively composed of 80 % fish and 18 % shore crabs and shrimps.

Favouring the development of preys which are well known in their repartitions and seasonal fluctuations permits to emphasize the possibility of improvement in the extensive bass-farming.

INTRODUCTION

Les réservoirs à Poissons de la région d'Arcachon comparables à des étangs à salinité variable furent aménagés au début du XVIII^e siècle pour y pratiquer l'élevage extensif des Muges, Bars et Anguilles. Peu d'auteurs, ARNE (1938), LE DANTEC (1955) s'étaient intéressés à ces milieux avant AMANIEU (1967), qui leur consacra une longue étude, et LABOURG (1969).

Parmi les Poissons euryhalins qui peuplent ces réservoirs, le Bar, ou Loup, *Dicentrarchus labrax*, occupe une place de choix, tant par l'importance de ses populations que par sa valeur économique élevée. Jeune alevin (poids moyen 5 g), il pénètre à partir du mois de juin dans les réservoirs à poissons où, retenu prisonnier, il poursuit sa croissance pendant 3 ou 4 ans; il est ensuite pêché et commercialisé. Au cours de cette stabulation il ne reçoit aucun

apport externe de nourriture. Il était donc intéressant de connaître le régime alimentaire de ce Téléostéen, et de le comparer à celui des Bars de la côte atlantique bretonne étudié par BOULINEAU COATANEA (1969).

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. CAPTURE DES POISSONS.

Plusieurs engins sont utilisés : des filets, sennes et trémails, et des lignes. Les premiers présentent l'avantage de capturer des Poissons affamés ou non, dont les contenus stomacaux pourront être considérés comme réellement représentatifs tant au point de vue qualitatif que quantitatif. Les lignes, sont appâ-

tées avec une Crevette (*Palaemonetes varians*); elles présentent l'inconvénient de ne capturer que des individus plus ou moins affamés.

Parmi ces trois engins de pêche c'est surtout le trémail qui est employé.

2. PRÉPARATION ET CONSERVATION DU MATÉRIEL.

Tous les individus sont mesurés de la pointe du museau à la fourche caudale (Longueur L.F.), pesés, et le sexe déterminé après capture. L'estomac, bien individualisé, est ensuite prélevé par section du tube digestif, au niveau de l'œsophage près de la cavité buccale (les proies contenues dans l'œsophage très court et proche de l'estomac sont considérées comme faisant partie du contenu stomacal), et au niveau de la valvule pylorique, juste en avant des cinq caeca. Les estomacs ainsi isolés sont conservés dans du formol à 10 %. Il n'est pas possible dans certains cas de les prélever immédiatement: les individus sont alors ramenés au laboratoire et placés dans un congélateur à température constante (-30°C); ils sont étudiés plus tard après décongélation.

3. EXAMEN DES CONTENUS STOMACaux.

— Chaque estomac est ouvert, vidé de son contenu par lavage au-dessus d'une boîte de Pétri; les différentes proies examinées à la loupe binoculaire, sont comptées, en tenant compte des remarques suivantes :

— la digestion des Invertébrés mous est, en général, rapide : c'est le cas des Polychètes, dont on ne rencontre, dans les contenus, que des fragments de corps mal individualisés; seules les soies permettent d'affirmer leur origine;

— pour certains cas de digestion avancée, il est nécessaire de compter le nombre de têtes d'Amphipodes ou d'Insectes, isolées du reste du corps;

— les Algues et Phanérogames marines sont considérées comme proie unique, quelle que soit leur abondance;

— quand les individus sont capturés à la ligne on fait abstraction de la crevette qui sert d'appât; elle est aisément reconnaissable car elle n'a subi aucun début de digestion et de plus la partie dorso-ventrale est déchirée par l'hameçon.

4. EXPRESSION DES RÉSULTATS.

Nous avons employé la méthode numérique (R. A. TODD, 1907) qui consiste à relever :

— le nombre d'estomacs qui contiennent une proie déterminée; le résultat obtenu, exprimé en pourcentage par rapport au nombre total d'estomacs examinés (fréquence), permet de connaître les préférences alimentaires de l'espèce considérée.

— le nombre d'individus de chaque proie; le résultat est exprimé en pourcentage par rapport au nombre total des proies recensées.

Plusieurs coefficients sont utilisés :

— Le coefficient de vacuité V est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre d'estomacs vides E_v , et le nombre total d'estomacs examinés, N .

$$V = \frac{E_v \times 100}{N}$$

— La fréquence F_p d'une proie p est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre n de poissons dont l'estomac contient cette proie, et le nombre N_i d'estomacs pleins examinés.

$$F_p = \frac{n \times 100}{N_i}$$

La somme des fréquences des différentes proies ingérées par un lot de poissons donne en général un résultat supérieur à 100, car il est évident que plusieurs types d'organismes peuvent se trouver simultanément dans un même estomac.

Les différents groupes de proies qui composent la nourriture d'un lot de poissons sont classés en trois catégories d'après leur fréquence F_p (HUREAU, 1970).

$F_p > 50\%$: proies préférentielles; elles peuvent à elles seules satisfaire les besoins énergétiques de leur

prédateur; leur nature et leur nombre définissent son type de régime alimentaire.

$10\% < F_p < 50\%$: proies secondaires; elles représentent une nourriture d'appoint ou de remplacement quand la nourriture principale fait défaut.

$F_p < 10\%$: proies accidentelles; elles n'ont aucune signification particulière dans le régime alimentaire.

— le pourcentage en nombre, C_n est égal au rapport en pourcentage entre le nombre d'individus d'une proie p déterminée, et le nombre total, N_p , des diverses proies ingérées.

$$C_n = \frac{P \times 100}{N_p}$$

— le nombre moyen de proies par estomac, N_m , est égal au rapport entre le nombre total N_p des proies ingérées, et le nombre total d'estomacs pleins, N_1 .

$$N_m = \frac{N_p}{N_1}$$

II. — DESCRIPTION DU RÉGIME ALIMENTAIRE DES BARS DES RÉSERVOIRS A POISSONS DE LA RÉGION D'ARCACHON

1. COEFFICIENT DE VACUITÉ.

258 estomacs furent examinés; 52 étaient vides. Le coefficient de vacuité est donc, $V = 20, 15\%$.

La courbe des variations annuelles du coefficient de vacuité (Fig. 1) présente une succession de maxima et de minima qui sont en relation, d'une part avec la physiologie de la reproduction du Bar comme l'avait déjà souligné BOULINEAU-COATANE (1969) et, d'autre part, avec l'écologie des étangs saumâtres de notre région. Le premier maximum présenté par la courbe correspond à la période de « gaméto-genèse » (1) du Bar qui s'alimente de moins en

moins pendant la phase de maturation des produits génitaux (février-mars). Il y a ensuite reprise d'une alimentation intense (mai), puis on observe des variations importantes en été, et, de nouveau une période d'alimentation apparaît en novembre-décembre, « qui prépare les poissons au jeûne de la période de reproduction » (BOULINEAU COATANE, 1969).

Les phénomènes observés sont les mêmes en mer et dans les étangs saumâtres, la seule différence, mais elle est importante, est que la reproduction n'a pas lieu dans les réservoirs à poissons.

Quant aux variations estivales du coefficient de vacuité, en particulier le maximum observé en juillet, il est provoqué par les conditions défavorables du milieu à cette époque de l'année. Les réservoirs à poissons, comme les étangs saumâtres méditerranéens, sont en effet le siège d'une crise dystrophique estivale avec surproduction de matière organique, déficit d'oxygène et dégagement d'hydrogène sulfuré au niveau du fond, qui peut gagner toute l'épaisseur de la couche d'eau. Les poissons ne se nourrissent plus, la croissance s'arrête et certains meurent. De tels phénomènes n'ont évidemment pas lieu en mer.

2. COMPOSITION GÉNÉRALE DES CONTENUS STOMACUAUX.

Le régime alimentaire du Bar des réservoirs à poissons de la région d'Arcachon (Tableau I et fig. 2) est constitué en majorité de Crustacés (65,41 % des proies) et d'Insectes (larves, nymphes et imagos, 32,20 %).

Le nombre moyen des proies par estomac est élevé, $N_m = 141,14$ car elles sont de petite taille. Deux groupes zoologiques seront considérés comme proies préférentielles : les Péricarides d'une part, Amphibodes ($F = 57,28$; $C_n = 58,55$) et Isopodes ($F = 43,20$; $C_n = 6,57$), et les Insectes d'autre part, ($F = 31,45$; $C_n = 32,20$).

Parmi les Amphibodes, *Corophium insidiosum* et *Gammarus insensibilis* sont de loin les plus importants; les autres espèces telles que, *Melita palmata*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Leptocheirus pilosus*, *Eric-*

(1) « Gaméto-genèse » : STEQUET (1969) a montré que la gaméto-genèse des Bars des réservoirs à Poissons était abortive.

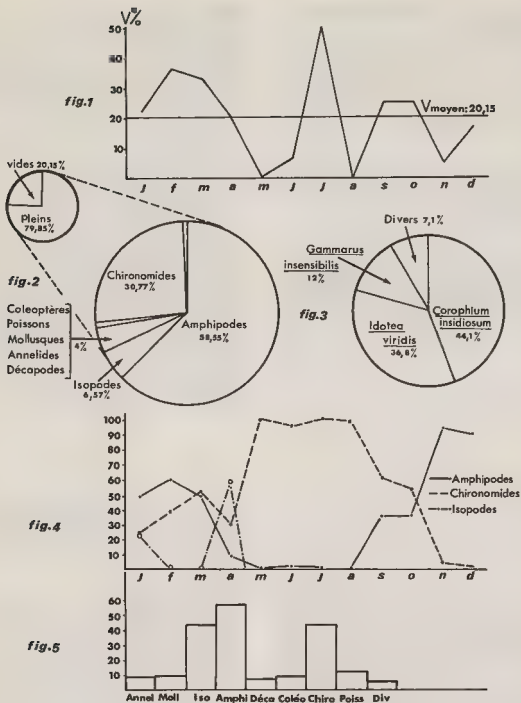


FIG. 1 à 5. — 1: Variations mensuelles du coefficient de vacuité (V %). 2: composition de la nourriture (Cn %). 3: Composition des peuplements de Pérocarides des herbiers des réservoirs à poissons. 4: variations mensuelles de la composition des contenus stomacaux (LF < 40 cm) 5: Fréquence des proies.

TABLEAU I

Composition qualitative et quantitative du régime alimentaire général des Bars
des réservoirs à poissons de la région d'Arcachon.

NATURE DES PROIES INGÉRÉES			Nombre total de cha- que proie	n	F p	Cn %	TOTAL
ANNELIDES	OLIGOCHETES	Nais elinguis	103	18	8,73	0,35	126 individus soit 0,43 %
	POLYCHETES	Nereis diversicolor	23				
MOLLUSQUES	GASTEROPODES	Hydrobia ventrosa Rissoa membranacea (var. labiosa)	493 1	19	9,22	1,69	495 individus soit 1,70 %
	LAMELLIBRANCHES	Cardium glaucum = (Lamarck)	1				
CRUSTACÉS	AMPHIPODES	Gammarus insensibilis	4292	118	57,28	14,76	17 026 indivi- dus, soit 58,55 %
		Corophium { insidiosum	12515			43,04	
		{ volutator	97			0,33	
		Melita palmata	24			0,08	
		Microdeutopus gryllotalpa	32			0,11	
		Erichthonius difformis	11			0,03	
		Leptocheirus pilosus	55			0,18	
	ISOPODES	Idotea viridis	1695	89	43,20	5,82	soit 65,41 %
		Cyathura carinata	3			-	
		Sphaeroma rugicauda	214			0,73	
	OSTRACODES	Loxocoelma elliptica	2	2	0,97	-	-
	COPEPODES PARASITES	Argulus sp.	4	4	1,94	-	-
	DECAPODES MACROURES	Palaemonetes varians	70	15	7,28	0,24	75 individus soit 0,25 %
	DECAPODES BRACHYOURES	Carcinus maenas	5				
INSECTES	DIPTERES	Chironomus { larves	8419	88	42,71	28,95	9393 individus soit
		{ nymphes	410			1,41	
		Ch. adultes + autres	121			0,41	
	COLEOPTERES	Hydroporus limbatus Phytidrus bicolor	442	18	8,73	1,52	32,30 %
	AUTRES		2				
POISSONS		Mugil sp.	25	26	12,62	0,08	32 individus soit 0,11 %
		Atherina boyeri	5			-	
		Anguilla anguilla	2			-	
DEBRIS VEGETAUX			10	11	5,33	0,03	11 unités soit 0,03 %
DIVERS			1				

thonius difformis, ne sont que faiblement représentées. Les Isopodes peuvent être considérés comme proies secondaires.

Cette répartition reflète la composition (fig. 3) des peuplements de Pécarides des réservoirs à poissons (LABOURG, 1969). *G. insensibilis* apparaît toutefois plus abondant dans les contenus stomacaux car, pour le Bar, c'est une proie plus facile à saisir que les Isopodes comme *Idotea viridis* qui vivent accrochés au support phytal (*Chaetomorpha linum* et *Ruppia maritima*).

Quant aux Insectes, ce sont surtout les larves et les nymphes de Chironomides qui sont ingérées, soit 93 % environ de l'ensemble des Insectes; le reste est constitué par 25 % de Chironomes adultes et 75 % de Coléoptères (Dystiscidés et Hydrophilidés, *Philhydrus bicolor* et *Hydroporus limbatus*).

Le régime alimentaire du Bar comprend enfin des Téléostéens ($F = 16,62$; $C_n = 0,11$) qui se placent à la charnière entre proies secondaires et accidentelles.

Nous verrons que Poissons et Crustacés Décapodes ($F = 7,28$; $C_n = 0,25$) doivent être considérés soit comme proies accidentelles, soit comme proies préférentielles. Les autres groupes, Annélides et Mollusques, sont des proies accidentelles.

Au cours de nos observations nous n'avons trouvé aucune différence de régime entre les individus mâles et femelles, et l'ensemble des Bars pêchés fût étudié sans distinction de sexe (tailles comprises entre 100 et 700 mm).

Les résultats obtenus nous permettent d'établir le régime alimentaire général des Bars des réservoirs à poissons du Bassin d'Arcachon (fig. 5); ils montrent que la base du régime est constituée essentiellement d'Amphipodes et de larves de Chironomides.

3. VARIATIONS DU RÉGIME ALIMENTAIRE

a) avec la taille des individus

L'analyse systématique des contenus stomacaux montre que les Bars des étangs saumâtres changent de régime alimentaire au cours de leur vie.

D'après BOULINEAU-COATANEA (1969) ce changement se fait progressivement comme chez de nombreuses espèces de Téléostéens.

Dans le cas présent, il apparaît au contraire très brusquement chez les individus qui atteignent 40 cm environ (LF).

Au-dessous de cette taille, donc pour des valeurs de LF inférieures à 40 cm, tous les estomacs ont un contenu à base d'Amphipodes, d'Isopodes et d'Insectes, tel qu'il a été défini ci-dessus. Les rares Poissons observés, de petite taille sont des proies accidentelles (*Atherina boyeri*).

En revanche pour des valeurs de LF supérieures à 40 cm, les estomacs contiennent, soit un Poisson (*Mugil sp.*, *Atherina boyeri* ou *Anguilla anguilla*) soit un crabe (*Carcinus maenas*), qui deviennent alors des proies préférentielles.

Deux estomacs seulement contenaient des proies différentes (Coléoptères). Ces résultats sont résumés dans le tableau suivant (Tableau II) :

TABLEAU II
Variations du régime alimentaire du Bar
en fonction de la taille des individus.

		Poissons	Crabes	Contenu stomacal typique
LF < 40 cm	Nombre d'estomacs contenant la proie	5	0	174
Nombre d'estomacs pleins examinés $N_1 = 179$	Fréquence F_p	2,79	0	97,21
LF > 40 cm	Nombre d'estomacs contenant la proie	21	4	2
Nombre d'estomacs $N_2 = 27$	Fréquence F_p	77,77	14,81	7,40

En outre le coefficient de vacuité diminue quand la taille augmente :

Pour LF < 40 cm, $V = 20,79$ %

Pour LF > 40 cm, $V = 15,62$ %

Ces variations montrent donc qu'il existe un changement brutal dans le régime alimentaire des Bars des réservoirs pour les longueurs LF égales à 40 cm; ce phénomène se traduit par une reprise de la croissance en longueur, (fig. 6). Ces observations sont à rapprocher de celles de KENNEDY et FITZMAURICE (1972) qui étudièrent la biologie du Bar, dans les eaux irlandaises et écrivirent : *Juvenile bass feed*

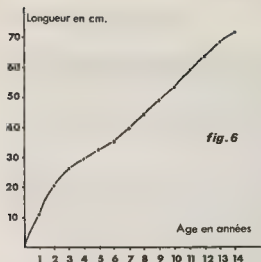


fig. 6

Fig. 6. — Croissance en longueur des Bars des réservoirs à poissons de la région d'Arcachon évaluée par scalimètre.

on small crustaceans and worms and sometimes on small fish. The main foods of the adults are herring fry, sprats, sand eels, shore crabs, sand shrimps and young flatfishes.

b. Variations saisonnières du régime alimentaire

Il n'existe aucune variation saisonnière du régime des individus de grande taille ($LF > 40$ cm). En revanche, le régime du groupe dont la longueur à la fourche est inférieure à 40 cm varie dans le temps; ces variations sont liées à celles de l'abondance des proies disponibles.

L'analyse des proies estivales (fig. 4) montre en effet une disparition presque totale des Crustacés (Amphipodes) compensée par une prédominance d'Insectes, (larves de Chironomides). Ce fait met en évidence une relation entre la saison et le lieu de nutrition : quand la température moyenne des eaux commence à dépasser 10° , au mois de mars en général, les poissons quittent les fonds (2), pour

se disperser dans les plats (2) dont les peuplements d'Invertébrés sont très riches en Insectes (AMANIEU, 1967). Cette période correspond à une croissance estivale élevée (STEQUERT, 1972). Le phénomène inverse a lieu, dès les premiers froids, en novembre-décembre; les poissons se réfugient dans les creusements et leur nourriture est composée de Péricarides qui constituent l'essentiel de la macrofaune phytophile de ces milieux. Les Isopodes ne représentent qu'une nourriture d'appoint ou de remplacement. Ainsi en avril quand le poisson doit pallier le « jeune hivernal » les populations d'Amphipodes sont très réduites (LABOURG, 1969); ce sont donc les Isopodes (60 %) qui constituent la base du régime alimentaire (fig. 4).

c. Variations du régime alimentaire en relation avec le milieu.

Les étangs saumâtres de la région d'Arcachon ne possèdent pas tous la même morphologie. Certains présentent une surface très importante de plats où pullule une Crevette, *Palaemonetes varians*, que les Bars recherchent activement. L'analyse de 15 contenus stomacaux de Poissons en provenance de tels réservoirs met en évidence un coefficient de vacuité $V = 20\%$, voisin de celui trouvé précédemment. Les estomacs pleins contenaient tous entre 10 et 50 Crevettes alors qu'à la même époque les estomacs de Bars de taille analogue de la région d'Audenge n'étaient remplis que de larves de Chironomides. En outre, les individus de ces réservoirs, où les plats prédominent, présentent une croissance en longueur régulière différente de celle observée pour les Bars d'autres réservoirs et pour ceux du Golfe de Gascogne (STEQUERT, 1972). Une étude plus approfondie de ce phénomène est actuellement poursuivie par l'un de nous.

CONCLUSIONS

Une méthode numérique simple nous a permis de décrire le régime alimentaire des Bars des étangs à salinité variable de la région d'Arcachon.

(2) Les réservoirs à poissons de la région d'Arcachon se composent de fonds, ou creusements, dont la longueur atteint 3 à 4 m et la profondeur 1 à 2 m, et de plats, ou jus, longs de 200 à 1 000 m et profonds seulement de 40 à 50 cm. Ces bassins sont protégés par des digues percées d'écluses qui les mettent en relation avec les eaux de la baie d'Arcachon.

Ce régime ne dépend pas du sexe des individus; en revanche il est lié à la taille du prédateur: au-dessous d'une longueur LF de 40 cm, il est constitué d'Amphipodes (85 %) et de larves de Chironomides (30 %). A partir d'une taille voisine de 40 cm, il se compose essentiellement de Téléostéens (80 %) et de Décapodes Brachyours (18 %).

La première étape de ce régime se traduit par une croissance en longueur importante qui s'avère plus rapide pendant les trois premières années, dans les étangs à salinité variable de la région d'Arcachon que dans les milieux océaniques ouverts (STEQUERT, 1972). La courbe présente ensuite, entre 4 et 6 ans, un palier qui pourrait être en relation avec des phénomènes de reproduction; enfin, la reprise de croissance au-delà de cette période correspond parfaitement avec le changement de régime décrit.

En outre, cette étude permet d'envisager l'amélioration de l'élevage extensif de ce Téléostéen en favorisant le développement des espèces proies, dont la répartition, les variations saisonnières d'abondances et les cycles biologiques sont par ailleurs connus.

Le régime alimentaire tel qu'il a été décrit entre-tiendrait dans certains réservoirs à poissons de notre région des charges théoriques, calculées par marquage et recapture, de l'ordre de 200 kilos à l'hectare pour le Bar, *Dicentrarchus labrax*.

BIBLIOGRAPHIE

- AMANIEU (M.), 1967. — Introduction à l'étude écologique des Réservoirs à Poissons de la région d'Arcachon. *Vie Milieu*, Série B, océanogr. XVIII, 2-B, 381-446.
- ARNE (P.), 1938. — Contribution à l'étude de la biologie des Muges du Golfe de Gascogne. *Rapp. P. v. Réun. Comm. int. Explor. scient. Mer Méditerr.*, 11, 77-115.
- BOULINEAU COATANE (F.), 1969. — Régime alimentaire du Bar (*Dicentrarchus labrax*, Serranidae) sur la côte atlantique bretonne. *Bull. Mus. Hist. nat. Paris*, 2^e série, 41, 5, 1106-1122.
- HUREAU (J.C.), 1970. — Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 68, n° 1391, 244 p.
- KENNEDY (M.) et FITZMAURICE (P.), 1972. — The Biology of the bass, *Dicentrarchus labrax*, in Irish waters. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 52, 557-597.
- LABOURG (P.J.), 1969. — Contribution à l'étude écologique des Réservoirs à Poissons de la région d'Arcachon. Thèse 3^e cycle, Bordeaux.
- LE DANTEC (J.), 1955. — Quelques observations sur la biologie des muges des réservoirs de Certes (Aude). *Revue Trav. Inst. (scient. tech.) Pêch. marit.*, 19 (1), 93-112.
- STEQUERT (B.), 1972. — Contribution à l'étude de la biologie du Bar (*Dicentrarchus labrax* L.) des Réservoirs à Poissons de la région d'Arcachon. Thèse 3^e cycle, Bordeaux.
- TODD (R.A.), 1907. — Second report on the food of fishes I. 1904-1905. *Rep. mar. biol. Ass. U.K.*, 2, 1, 49 p.

ERRATA

Rectificatif concernant l'article intitulé : « Un abri météorologique pour l'enregistrement du microclimat au niveau des végétaux », par Henri SANDOZ, *Bull. Ecol.*, 1973, t. IV, 3, p. 209-214.

Page 209, au lieu de : « Ainsi, généralement, les données ... ce qui leur faisait perdre beaucoup de leur signification », lire : « Ainsi, généralement, les données fournies par les stations météorologiques, quand il en existe dans la région où les études sont entreprises, ne permettent pas, et pour diverses raisons, de définir ce microclimat. La plupart du temps, l'écologiste est donc obligé d'obtenir par ses propres moyens les mesures microclimatiques qui lui sont nécessaires. Or, jusqu'à présent, il n'existait pas d'abri simple, pratique et peu coûteux et, bien souvent, les éléments essentiels du microclimat étaient enregistrés sans prendre suffisamment de précautions, ce qui leur faisait perdre beaucoup de leur signification »

Page 212, au lieu de : « La planche intermédiaire (planche B : fig. 4), ... permettant le passage des quatre montants », lire : « La planche intermédiaire (planche B : fig. 4), carrée également (60 cm de côté), est percée de 13 trous d'aération circulaires (2,9 cm de diamètre). Elle possède également quatre ouvertures carrées (4 cm de côté) permettant le passage des quatre montants. »

the first of these is the fact that the
the second is the fact that the
the third is the fact that the

the fourth is the fact that the
the fifth is the fact that the

the sixth is the fact that the
the seventh is the fact that the
the eighth is the fact that the
the ninth is the fact that the
the tenth is the fact that the
the eleventh is the fact that the
the twelfth is the fact that the
the thirteenth is the fact that the
the fourteenth is the fact that the
the fifteenth is the fact that the
the sixteenth is the fact that the
the seventeenth is the fact that the
the eighteenth is the fact that the
the nineteenth is the fact that the
the twentieth is the fact that the

the twenty-first is the fact that the
the twenty-second is the fact that the
the twenty-third is the fact that the
the twenty-fourth is the fact that the
the twenty-fifth is the fact that the
the twenty-sixth is the fact that the
the twenty-seventh is the fact that the
the twenty-eighth is the fact that the
the twenty-ninth is the fact that the
the thirtieth is the fact that the

UTILISATION DU FENTANYL CITRATE POUR LA CAPTURE DE DAMALISQUES (*DAMALISCUS KORRIGUM*) AU PARC NATIONAL DE L'AKAGERA (RWANDA) ⁽¹⁾

par A. MONFORT (2)

SUMMARY

The author took about thirty topis (*Damaliscus korrigum*) during a synecological study of the wild ungulates in the National Park of Akagera.

In this article he describes how to capture the topis

and gives the fentanyl quantity to be used according to the weight of the males, females and young ones. This quantity ranges between 10 and 15 mg for males, 12 and 16 mg for females and 5 and 6 mg for the young.

RÉSUMÉ

L'auteur, lors d'une étude synécologique des ongulés du Parc National de l'Akagera, a capturé une trentaine de damalisques (*Damaliscus korrigum*).

Dans cet article il décrit la manière de capturer les

topis et donne la quantité de fentanyl qu'il faut utiliser selon le poids des mâles, des femelles et des jeunes. Cette quantité varie entre 10 et 15 mg pour les mâles, 12 et 16 mg pour les femelles et 5 et 6 mg pour les jeunes.

INTRODUCTION

Les captures d'animaux sauvages sont de plus en plus employées en écologie. Elles s'avèrent précieuses lorsqu'il s'agit de collecter du sang, des morceaux de tissus, des parasites, de soigner des blessures ou encore, comme dans notre cas, de marquer des

animaux pour étudier leurs migrations, reproductions, longévité, âge, poids, etc. Enfin les captures sont couramment utilisées lorsqu'il s'agit de transporter un animal vers un jardin zoologique ou dans un refuge afin de préserver l'espèce.

A l'heure actuelle on utilise couramment des substances chimiques qui sont soit des produits paralytiques, soit encore des tranquillisants, des anesthé-

(1) Contribution du laboratoire d'éco-éthologie des vertébrés (Prof J.C. Ruwer) Institut de Zoologie de l'Université, 22, quai Van Beneden, B-4000 Liège (Belgique)

(2) Chercheur de la Fondation de l'Université de Liège pour des Recherches Scientifiques en Afrique Centrale. F.U.L.R.E.A.C.

siques, narcotiques ou des combinaisons de deux ou plusieurs de ces substances.

Depuis les travaux de HALL et ses collaborateurs (1953) et de CROCKFORD (1957) qui utilisèrent un agent paralysant pour capturer les cerfs, l'emploi chimique s'est généralisé sous l'impulsion de HAR-THOORN, BUECHNER, TALBOT et surtout PIENAAR au Parc Krüger (Afrique du Sud).

LE CHOIX DE LA SUBSTANCE IMMOBILISANTE

Les produits utilisés tout d'abord étaient des relaxants neuromusculaires ou ganglionnaires tels que le succinylcholine chloride, nicotine salicylate, gallamine triethiodine et tubocarine. Leur action de relaxant musculaire s'accompagnait souvent d'oedème pulmonaire, d'apnée et de salivation excessive ce qui provoquait un taux de mortalité élevé. De plus, la marge de sécurité était assez faible et toute surestimation de la dose provoquait la mort de l'animal.

Actuellement ils sont remplacés par des substances ayant un effet sur le système nerveux central telles que les « cocktails » analgésiques-neuroleptiques.

PIENAAR (1969) estime que les produits immobilisants doivent répondre aux exigences suivantes :

1) La drogue doit avoir un index thérapeutique favorable. Ceci implique qu'il doit y avoir une marge de sécurité considérable. Il est en effet très difficile de déterminer sur le terrain la dose correcte qui est fonction du poids de l'animal, ce poids étant estimé à vue.

2) La période d'induction du produit doit être la plus courte possible; un laps de temps de dix à vingt minutes après que la dose ait été injectée est le maximum que l'on puisse tolérer surtout si, comme dans notre cas, les immobilisations se font en terrain difficile et à faible visibilité.

3) Il doit exister un antidote rapide à l'immobilisant ou, s'il n'en existe pas, celui-ci ne doit pas être léthal.

4) Les produits chimiques entrant dans la composition du tranquillisant doivent être compatibles afin

que l'on puisse les mélanger dans une seringue et ne faire qu'une injection.

5) La drogue, qui est toujours injectée par voie intramusculaire, ne doit pas irriter le muscle.

6) Le volume de la drogue doit être le plus petit possible. Il faut donc que les différents composants chimiques se dissolvent facilement.

LISTE DES PRODUITS UTILISÉS

- Acepromazine* : acepromazine maleate;
Boots pure drug co Ltd; Nottingham, England.
- Azaperone* : fluprydrol 1 (3-4 fluoro - (benzoyl) - propyl) - 4 (2 pyridil) - piperazine;
Janssen Pharmaceutica; Turnhout, Belgique.
- Cholase* : pseudo-cholinesterase;
Cutter laboratories; Berkeley, California, U.S.A.
- Cyprenorphine* : M.285 N-cyclopropylmethyl. 6.4 endotheo - 7 - (2 - hydroxy - 2 - tetrahydro - norosipavine hydrochloride;
Reckitt and sons Ltd; Hull, England.
- Diazepam* : bensodiazepine derivative Ro-5-2807;
Hoffman-Laroche; Bâle, Suisse.
- Fentanyl* : 1 - (2 - phenethyl) - 4 - (N - propionyl - anilino) - piperidine;
Janssen Pharmaceutica; Turnhout, Belgique.
- Flaxedil* : gallamine triethiodine;
May and Baker Ltd; Dagenham, England.
- Droperidol* : dehydrobenzperidol 1 - (3 - (4 - fluoro - (benzoyl) - propyl - (4 - (2 - oxo - 1 - benzimidazolyl) - 1, 2, 3, 6 - tetrahydropyridine);
Janssen Pharmaceutica; Turnhout, Belgique.
- Fluanisone* : 1 - (3 - (4 - fluoro - benzoyl) - propyl) - 4 - (2 - methoxyphenyl) - piperazine;
Janssen Pharmaceutica; Turnhout, Belgique.
- Haloperidol* : (serenace 4 - fluoro - 4 - (4 - hydroxy - 4 (4 - chlorophenyl) - piperidino butyraphenone;
G. D. Searle and Co; Chicago, Illinois; U.S.A.
- Largacil* : chlorpromazine hydrochloride;
May and Baker Ltd; Dagenham, England.

Lethidrone : Nalorphine (N - allynomorphine)
Burroughs wellcome and Co; London, England.

Prostigmin : neostigmine methylsulfate;
Roche products Ltd; Welwyn Garden City; Merts,
England.

Quiloflex : benzodioxane hydrochloride;
Boehringer u Soehne; Mannheim; Allemagne.

Sernylan : phenyclidine;

Etorphine : M 99 - (6 : 14 endoetheno - 7 - (- 2 -
hydroxy - 2 - pentyl) - tetrahydro-oripavine hydro-
chloride;
Reckitt and Sons Ltd; Hull, England.

Les substances répondant le mieux aux exigences formulées plus haut sont, d'après PIENAAR (1968 a et b) et HARTHOORN (communication personnelle), le fentanyl (R.4263) et l'étorphine (M.99) qui sont tous deux de puissants analgésiques. On les combine à un tranquillisant neuroleptique tel que l'acetyl-promazine ou l'azaperone.

Selon les fabricants, ces produits ne peuvent malheureusement pas être utilisés pour capturer des hippopotames dans l'eau ou des carnivores. On utilise dans ce cas le sernylan combiné à un tranquillisant.

La principale différence entre le fentanyl et l'étorphine est que le premier n'affecte que très peu l'animal. Celui-ci reste debout, se déplace, mais est très docile et peut être manipulé en toute sécurité. Cet avantage peut parfois être un inconvénient car nous avons remarqué qu'une très petite dose semblait affecter l'animal aussi bien qu'une dose normale. Un mauvais déclenchement de la seringue peut dès lors être très dangereux car l'expérimentateur, trompé par la docilité apparente de l'animal, peut s'en approcher à 4 ou 5 mètres avant que la bête ne réagisse. J'estime pour ma part que dans la manipulation d'animaux dangereux comme les buffles, élands, waterbucks, etc., il est préférable de dépasser les doses normales quitte à employer ensuite un antidote. Il est heureusement possible de dépasser largement les doses prescrites sans pour cela que le produit ne devienne léthal.

Signalons encore qu'il est possible de réduire la

période d'induction par l'adjonction d'hyaluronidase au mélange de drogues.

Nous avons utilisé au Parc de l'Akagera un mélange de fentanyl et d'azaperone pour la capture et le marquage des topis. La première de ces substances est livrée sous forme de citrate précipité qui se dissout plus ou moins facilement à une température de 30° centigrades. Il faut pour bien faire utiliser de l'eau distillée qu'il est malheureusement parfois difficile de se procurer en brousse et surtout éviter une eau alcaline dans laquelle le fentanyl refuse toute dissolution.

L'azaperone se présente sous la forme d'une poudre blanchâtre qui se dissout à un P.H. de 4,5 que l'on obtient par l'adjonction d'acide tartrique. Le seul inconvénient de ce mélange est une certaine résistance à la dissolution, surtout le fentanyl, ce qui nécessite un volume d'eau assez considérable, environ 2 cc d'eau pour 15 mgr. de fentanyl.

MÉTHODE DE CAPTURE

La principale différence entre l'immobilisation d'un animal sauvage et les techniques médicales d'anesthésie est que l'opérateur est séparé de son patient par une distance qui peut dépasser 50 mètres. Ce facteur nécessite l'emploi de seringues projectiles dont l'injection se fait au moment de l'impact.

Il existe toute une variété de fusils à gaz comprimé, à charge de 22 mm dont l'explosion projette la seringue. J'utilisais un fusil à douilles de 22 mm de la marque Paxarms qui, bien que présentant de nombreux avantages, était cependant loin d'être au point (*).

La capture d'un animal se fait 10 à 20 minutes après l'injection de l'immobilisant. C'est en effet le temps nécessaire pour que l'effet du produit se fasse sentir. L'approche, après ce laps de temps, se fait soit à pied, soit à partir d'un véhicule ou, ce qui est le mieux, à partir d'un hélicoptère.

(1) La firme Paxarms a maintenant changé le modèle des fusils et des seringues qui s'avèrent tous deux plus efficaces.

Celui-ci présente l'avantage de ne pas perdre l'animal pendant le temps que met le produit pour agir, et surtout de simplifier considérablement la capture lorsqu'il s'agit d'un animal dangereux.

Ce n'est certes pas mon ami Verhulst qui me contredira alors que son véhicule fut embouti par un buffle récalcitrant !

Le plus souvent, nous avons fait nos captures à pied, à l'aide d'une simple corde de quelques mètres que nous passions autour des cornes de l'animal.

Dans le cas du topi, cette technique est la plus rapide car l'antilope se laisse plus facilement appro-

cher par un piéton que par un véhicule. Ceci nous a permis de baisser considérablement la dose d'immobilisant et de ce fait, la période de récupération a pu être ramenée à une heure au lieu des 2 ou 3 heures initiales.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1) *Pour la capture de dix mâles adultes* dont le poids variait entre 140 et 172 kg, nous avons utilisé des doses de 7 à 20 mg de fentanyl et de 50 à 150 mg d'azapérone (tableau I).

TABLEAU I
Quantité de fentanyl et d'azapérone utilisée pour capturer des topis mâles adultes.

Collier n°	Poids en kg	Dose de fentanyl en mg	Dose d'azapérone en mg	Injection	Remarques
6	142	18	100	dans la cuisse	capture facile, salivation assez forte, léger tremblement
25	139	8	80	dans le cou	capture très facile, pas de tremblement ni de salivation anormale, temps de récupération très court.
1	151	20	120	dans la cuisse	Pouls rapide, reste debout mais tremble très fort, cesse après une heure
19	152	7	40	dans l'épaule	capture difficile, dose insuffisante mais offre l'avantage d'une récupération très courte.
2	153	16	100	dans le cou	salivation assez forte mais pas de tremblement.
4	153	13	90	dans l'épaule	capture sans problème
13	161	17	110	dans la poitrine	capture assez facile mais salivation anormale et léger tremblement qui cessent rapidement
9	164	9	80	dans l'épaule	capture sans problème
17	166	11	90	dans l'épaule	capture difficile, le topi se méfie et met longtemps à se laisser approcher, récupération très rapide.
3	172	20	130	dans l'épaule	salivation assez forte, tremblement, tombe et reste couché, se relève après 1 h 1/2.

Le résultat des dix captures des topis mâles adultes montre que la dose de fentanyl idéale se situe entre 10 et 15 mg selon le poids de l'animal et pour des injections faites dans l'épaule. La dose idéale en fonction du poids de l'animal est donnée par le graphique suivant :

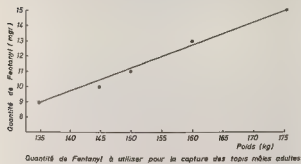


FIG. 1. — Dose de fentanyl à utiliser pour la capture des topis mâles

La période d'incubation du produit immobilisant semble peu varier avec la dose utilisée mais est fonction de la partie du corps où est faite l'injection. Plus elle est rapprochée de la tête et plus la période d'incubation est courte.

Le topi marqué n° 2, par exemple, après avoir reçu une injection dans la musculature du cou se laissa attraper 7 minutes après l'impact alors qu'il faut compter 15 minutes après une injection dans l'épaule, 20 à 25 minutes pour une injection dans

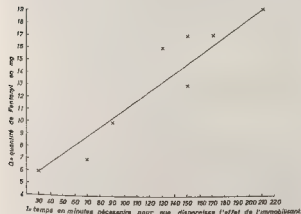


FIG. 2. — Relation entre la quantité d'immobilisant utilisée et la période de récupération chez les topis mâles adultes.

la cuisse et plus encore pour une injection dans le ventre.

Une dose excessive d'immobilisant s'accompagne de salivation importante, de tremblements de tout le corps et d'une augmentation du rythme cardiaque. Si la dose normale est dépassée l'animal est incapable de rester debout et se couche.

2) Les captures des femelles adultes.

Nous avons capturé sept femelles adultes dont le poids entre 120 et 150 kg (tableau II).

Le résultat des sept captures montre que le comportement des femelles accompagnées d'un jeune est très différent de celui des femelles seules ou des mâles adultes. Les premières, quelle que soit la dose utilisée, restent très méfiantes.

Il est possible que la capture des mâles soit facilitée par le fait que ceux-ci font en quelque sorte une charge vers l'opérateur qui n'a plus qu'à leur passer une corde autour des cornes. Les femelles par contre montrent toujours une certaine tendance à fuir.

La dose idéale pour une femelle accompagnée d'un jeune se situe entre 12 et 16 mg de fentanyl et 100 à 180 mg d'azaperone selon le poids du topi. Elle résiste beaucoup moins bien que le mâle à des quantités de 18 à 20 mg de fentanyl. Il faut dans ce cas leur injecter un antidote le plus rapidement possible.

Pour les femelles sans jeune, la quantité de tranquillisant est la même que pour un mâle de même poids.

3) La capture des jeunes topis.

Nous avons capturé six jeunes dont le poids variait entre 84 et 117 kg (tableau III).

Nous n'avons pas essayé de capturer des jeunes âgés de moins de huit mois estimant que ces captures pouvaient être dangereuses, soit à cause d'une intolérance vis-à-vis de l'immobilisant, soit encore craignant que la mère ne rejette son jeune après le marquage.

TABLEAU II

Quantité de fentanyl et d'azapérone utilisée pour la capture des femelles adultes

N° du collier	Poids en kg	Dose de fentanyl en mg	Dose d'azapérone en mg	Injection	Remarques
5	120	15	100	dans l'épaule	capture sans problème.
18	123	12	80	au garrot	capture sans problème
22	145	?	?		reçoit 3 flèches : une au ventre, sans effet ; une près de la colonne vertébrale et, immédiatement après une 3 ^{ème} de 9 mg de fentanyl et 80 mg d'azapérone dans l'épaule. Forte salivation. Tombe et reste couchée. Se relève une heure après.
24	148	18	110	dans l'épaule	léger tremblement puis tombe. Elle reçoit une piqûre d'antidote et se rétablit après 2 h 1/4
10	150	16	100	dans l'épaule	capture assez difficile. L'animal, accompagné de son jeune reste méfiant
15	150	16	100	dans le cou	capture assez difficile. Animal méfiant. Là aussi accompagné de son jeune.
8	151	12	130	dans l'épaule	capture assez difficile, reste méfiant.

TABLEAU III

Quantité de fentanyl et d'azapérone utilisée pour la capture des jeunes topis

N° du collier	Poids en kg	Sexe	Dose de fentanyl en mg	Dose d'azapérone en mg	Injection	Remarques
1 T	98	mâle	13	80	dans l'épaule	Dose beaucoup trop importante; Violente contraction musculaire de tout l'avant du corps. Reçoit 2 piqûres d'antidote. Il reprend vigueur après 15 minutes, mais ne se relève que 2 heures après.
2 T	84	mâle	11	60	dans l'épaule	Dose beaucoup trop importante. Tombe après 13 min. Supporte très mal l'immobilisation et ne se rétablit que 4 h. après avoir reçu 2 piqûres d'antidote
3 T	97	fem.	6	50	dans l'épaule	Reste valide 1/2 h. puis tombe. Reçoit 2 piqûres d'antidote. Salivation importante. Se rétablit 2 h après.
4 T	85	fem.	6	50	dans l'épaule	Reste valide 1/2 h. puis tremble fort. Reçoit 2 ampoules d'antidote et se rétablit 1/4 h. après
5 T	84	fem.	5	40	dans l'épaule	Capture très facile. Supporte très bien l'immobilisant.
6 T	117	mâle	7	40	dans l'épaule	Capture difficile. Reste très méfiant. Dose insuffisante

Pour des jeunes d'un poids d'environ 90 kg (8 à 10 mois), la quantité de fentanyl nécessaire se situe aux alentours de 5 mg quel que soit le sexe qu'il est d'ailleurs bien difficile de déterminer à distance à cet âge. Par contre, un jeune âgé de 14 à 15 mois (117 kg) peut déjà recevoir une dose de 10 à 12 mg de fentanyl, soit la dose minimum pour un topi mâle adulte.

BIBLIOGRAPHIE

- CROCKFORD (J.A.), HAYES (F.A.), JENKINS (J.H.) and FEURT (F.D.), 1957. — Nicotine salicylate for capturing deer. *Jour. Wildl. Mgmt.*, 21, (2), 213-220.
- HALL (T.C.), TAFT (E.B.), BAKER (W.A.) and AUB (T.C.), 1953. — A preliminary report on the Flexedil to produce paralysis in the white tailed deer. *Journ. Wildl. Mgmt.*, 17, (4), 516-520.
- HARTHOORN (A.M.), 1968. — Manipulation of animals for experimental purposes in *I.P.B. Handbook*, 7, 125-131.
- HARTHOORN (A.M.) and BLIGH, 1965. — The use of a new oripavine derivative with potent morphine like activity for the restraint of hoofed wild animals. *Rev. Vet. Sc.*, 6, 290-299.
- MONFORT (A.), 1972a. — Etude des préférences écologiques de quelques ongulés du Rwanda oriental. Densités, biomasses et productivité des grands ongulés du Parc Nat. de l'Akagera. Thèse de doctorat, 305 p.
- MONFORT (A.), 1972b. — Densités, biomasses et structures des populations d'ongulés sauvages au Parc National de l'Akagera (Rwanda). *La terre et la vie*, 26 (2), 216-256.
- PIENAAR (U. de V.), 1966. — Capture and immobilizing techniques currently employed in Kruger National Park and other south african national parks and provincial reserves. *Kruger Nat. Park Mimeo*, p. 9.
- PIENAAR (U. de V.), 1968a. — Recent advance in the field immobilization and restraint of wild ungulates in South African National Park. *Acta Zool. Path. Antv.*, 46, 17-38.
- PIENAAR (U. de V.), 1968b. — Capture and immobilizing techniques currently employed in South African National Parks and reserves. In *I.P.B. Handbook*, 7, 132-144.
- PIENAAR (U. de V.), 1969. — The use of drugs in the fields immobilization and restraint of large wild mammals in the South African National Parks. *Acta Zool. Antv.*, 48, 163-177.
- WOODFORD (M.H.), ELTRINGHAM (S.K.) and WYATT (J.R.), 1972. — An analysis of mechanical failure of darts and costs involved in drug immobilization of elephant and buffalo. *E. Afr. Wildl. J.*, 10, 279-285.

UN PROBLÈME D'ÉCOLOGIE APPLIQUÉE : LA GESTION ET LA SAUVEGARDE DES FORÊTS FRANÇAISES

par C. JACQUIOT

*Conservateur des Eaux et Forêts,
Membre de l'Académie d'Agriculture,
Président de l'association de défense des forêts de l'Île-de-France (*)*

Dans toute la France, l'opinion publique est profondément choquée par les coupes rases pratiquées sur de grandes surfaces par l'Office National des Forêts dans les forêts de toutes les régions de France. De toute parts des lettres de protestation sont adressées à la presse et à la radiodiffusion, des vœux et des motions sont publiées, des pétitions circulent.

Mon propos est de montrer que ces réactions, mêmes lorsqu'elles sont purement intuitives, correspondent bien à un danger grave et réel et s'accordent entièrement avec les conclusions d'une analyse scientifique du problème.

Il convient tout d'abord d'examiner les phénomènes biologiques fondamentaux qui régissent la vie d'une forêt. La connaissance de ces phénomènes permet de comprendre qu'il soit possible de réaliser l'exploitation rationnelle d'une forêt en y prélevant des produits utiles sans porter atteinte à sa pérennité, de telle sorte qu'elle constitue pour l'homme, contrairement à un gisement minier, une ressource renouvelable, mais à condition que cette exploitation soit conduite en respectant des principes qui découlent de lois biologiques fondamentales.

Le premier phénomène d'importance primordiale est le rôle de la lumière, source unique de l'énergie nécessaire à l'activité et à la croissance de tous les êtres vivants. Seules les plantes vertes, pourvues de

chlorophylle, peuvent capter cette forme d'énergie, l'utiliser pour décomposer le gaz carbonique de l'air et réaliser avec le carbone ainsi extrait toutes les synthèses très complexes qui aboutissent à l'édification des substances constituant la matière vivante. Corrélativement, pour chaque molécule de gaz carbonique dissocié, une molécule d'oxygène (2 atomes) est libérée. Les plantes vertes assurent ainsi la régénération de l'atmosphère, et l'oxygène est le premier des produits biologiques. Les substances élaborées par les plantes vertes assurent l'alimentation carbonée de tous les êtres vivants non pourvus de chlorophylle, donc incapables d'utiliser le carbone du gaz carbonique : bactéries, champignons et tous les animaux. En contre-partie, ce sont des bactéries et des champignons qui assurent aux plantes chlorophylliennes leur alimentation en éléments minéraux absorbés dans le sol par les racines : azote, soufre, phosphore, qui figurent, avec le carbone, l'hydrogène, l'oxygène parmi les composants des molécules de protéines, c'est-à-dire de la matière vivante elle-même, calcium et potassium qui jouent un rôle essentiel dans les synthèses, magnésium, clef de voûte de la molécule de chlorophylle, fer constituant des cytochromes, ainsi que toute la série des oligoéléments dont des quantités infimes sont suffisantes : manganèse, bore, iode, glucinium, cuivre, cobalt, etc.,

(*) Conférence faite au Muséum National d'Histoire Naturelle le 16 mai 1972.

qui entrent dans la constitution des enzymes, catalyseurs biologiques intervenant dans toutes les réactions chimiques de la vie.

Le bois renferme de très faibles quantités de ces éléments minéraux. L'aubier lui-même, seule région du bois comportant des cellules vivantes, contient surtout des cellules mortes. Les couches internes du bois, constituant le bois parfait (vulgairement : cœur) ne recèlent plus aucune cellule vivante. Il en résulte que le bois contient une très faible proportion d'éléments minéraux : 2 à 3 millièmes de son poids chez les conifères, 5 à 6 millièmes chez les « essences feuillues » (chêne, hêtre, peuplier, etc.) et que, par suite, la production de bois n'entraîne pas de prélèvements susceptibles d'épuiser trop rapidement les réserves minérales du sol. Assez paradoxalement, bien qu'il forme les 4/5 de l'air, l'azote, l'un des principaux éléments constitutifs des protéines, ne peut être directement puisé dans l'atmosphère par les plantes supérieures, qui l'absorbent seulement par leurs racines, presque exclusivement sous forme de nitrates ou de sels ammoniacaux. Seules certaines bactéries et certains champignons sont capables de réaliser la synthèse de ces substances à partir de l'azote de l'atmosphère et les rendent disponibles pour les plantes chlorophylliennes. Les autres éléments minéraux proviennent évidemment, à l'origine du substratum géologique ou *roche-mère*, où ils sont en général présents sous forme de complexes minéraux insolubles ou peu solubles mais pouvant être décomposés et solubilisés par les eaux d'infiltration contenant de l'acide carbonique ou par des acides sécrétés par les racines.

Toutefois, il est très fréquent que la roche-mère soit pauvre en certains éléments. Il en résulte qu'il est d'importance primordiale que les éléments que recèlent les cadavres et les déchets des êtres vivants, notamment les feuilles mortes, puissent être réutilisés par les plantes chlorophylliennes. Ces éléments sont inutilisables pour l'arbre sous la forme où ils existent dans les feuilles : ils sont en effet engagés dans des composés organiques insolubles, ou solubles seulement sous forme de solutions colloïdales non dialysables. Les racines des arbres, comme celles de

tous les végétaux supérieurs, ne peuvent absorber que des substances solubles et dialysables. Les éléments précieux contenus dans les feuilles ne peuvent donc rentrer dans le cycle de la nutrition des arbres que si ces molécules organiques complexes sont disloquées et oxydées en composés minéraux simples : phosphates, sulfates, nitrates. Cette minéralisation est assurée par la microflore et la microfaune du sol : bactéries, champignons, insectes, annélides, etc. Tous ces organismes si divers ont un caractère biochimique commun : dépourvus de chlorophylle, ils se procurent l'énergie nécessaire aux synthèses de leurs propres constituants en oxydant, par leur activité respiratoire, les déchets organiques provenant des arbres. En même temps, ils trouvent dans ces déchets les éléments organiques carbonés qui leur sont indispensables. Beaucoup de ces organismes vivent à l'état libre dans la couche de déchets végétaux (*couverture morte*) qui se dépose sur le sol de la forêt et y libèrent les produits minéraux simples résultant de leur activité mais certains d'entre eux ont, avec les racines des arbres, des liens anatomiques beaucoup plus étroits : certains champignons forment autour des racines des manchons très denses de filaments dont les ramifications pénètrent entre les cellules corticales de ces racines. Pour d'autres champignons, l'association avec les tissus des racines est encore plus intime et leurs filaments pénètrent dans les cellules elles-mêmes. Ces formations, où sont étroitement associés le champignon et l'arbre-hôte, sont nommées *mycorrhizes*, *ectotrophes* dans le premier cas, *endotrophes* dans le second. On a pu montrer, en utilisant des substances organiques contenant des éléments marqués que le champignon peut directement fournir à l'arbre des combinaisons minérales utilisables de ces éléments. Il y a toujours un lien spécifique étroit entre ces champignons symbiotiques et l'arbre : tous les mycologues et tous les amateurs de champignons savent qu'une espèce donnée de champignon ne se trouve qu'au voisinage de certaines essences : le Bolet élégant est associé au mélèze, les bolets jaunes au pin, le bolet orangé au tremble, etc. La vie d'une forêt repose donc sur un cycle symbiotique complexe, permettant le « recyclage » au profit des arbres de tous les éléments

minéraux contenus dans les tissus morts. Ce cycle est complété par l'action des champignons lignivores qui digèrent le bois des rameaux morts au cours de l'élagage naturel et l'ensemble du bois des arbres morts. Les animaux qui se nourrissent du feuillage ou du bois, principalement les insectes, restituent également au sol, par leurs déjections ou leurs cadavres, des matières organiques reprises et minéralisées par les bactéries et les champignons.

Un peuplement forestier naturel est donc un complexe symbiotique dont en dernière analyse l'activité est alimentée par l'énergie lumineuse qu'il reçoit et dans lequel, à la quantité de bois produite en un temps donné, correspond une quantité statistiquement égale de bois détruit pendant le même temps par une multitude d'organismes saprophytes : champignons et insectes.

On conçoit qu'il soit possible à l'homme d'utiliser la production ligneuse sans nuire à la forêt si le prélèvement qu'il opère ne dépasse pas en importance ce que les organismes saprophytes auraient, de toute manière, détruit.

On voit donc qu'il est essentiel pour la survie d'une forêt de maintenir intact le système biologique de recyclage des éléments minéraux et de synthèse des composés azotés qu'est le sol forestier. Ce sol présente une structure particulière, définie par une succession de strates horizontales ou *horizons*, dont chacun correspond à un stade de la transformation des déchets organiques. Un labour profond tel que ceux pratiqués par l'O.N.F. détruit donc cette structure, déclenche un processus accéléré d'oxydation dont les produits, entraînés par les eaux d'infiltration sont définitivement gaspillés.

Par ailleurs la plantation sur coupe rase offre des inconvénients d'une autre sorte. Pour les jeunes plants de la plupart des essences, l'optimum de l'éclairement n'est pas la pleine lumière. La photologie forestière, secteur actuellement en plein essor de l'écologie forestière, a par exemple établi que pour les chênes, qui sont pourtant des essences de lumière¹ caractérisées, l'optimum de l'éclairement relatif est de l'ordre de 30 à 50 % pendant les premières années et que ce n'est que vers l'âge de 10 ans que cet

optimum atteint 100 %. Il a été également établi que l'ombrage latéral qu'assurent les semis très serrés des régénérations naturelles accélère la croissance. Il est donc préférable que dans leurs premières années les jeunes plants, sauf ceux de quelques espèces comme le mélèze ou les bouleaux, croissent sous une lumière atténuée. Cette condition est réalisée dans les méthodes classiques de régénération, où la première coupe de régénération, dite *coupe d'ensemement* est assez sombre et où, au fur et à mesure de la croissance des semis, des coupes de plus en plus claires permettent à ces semis de recevoir un éclaircissement de plus en plus intense jusqu'à la pleine lumière. L'abri dont bénéficient les jeunes sujets pendant les premières années les protège en outre des effets des sécheresses d'été et des gelées printanières, qui peuvent anéantir des régénérations.

La pratique des coupes rases, aggravée par un bouleversement du sol aboutit donc fatalement à la dégradation de la forêt, voire à sa destruction. Sur le plan technologique, elle est tout aussi nuisible. Dans l'hypothèse favorable d'une réussite des plantations, les jeunes plants trop distants les uns des autres s'élaguent mal et donneront dans l'avenir des arbres à bois nouveaux.

Pour tenter de justifier ces pratiques, l'O.N.F. a édifié toute une mythologie qui lui sert depuis plusieurs années pour une campagne d'intoxication de l'opinion. Suivant cette mythologie les forêts françaises n'auraient pas été suffisamment exploitées, il faudrait les « rajeunir », les « refaire ». Ainsi sont massacrés les uns après les autres les magnifiques peuplements de forêts de Compiègne, d'Hallate, de Retz, de Fontainebleau et de beaucoup d'autres régions.

Le motif invoqué est purement arbitraire et dépourvu de toute base sérieuse. Les forêts françaises ont été normalement gérées pendant les deux derniers siècles et si des déperissements de peuplements sont parfois constatés, ils sont toujours au contraire la conséquence d'exploitations abusives subies pendant les guerres. Ce fut, pendant la dernière guerre, le cas de Fontainebleau qui, comme bien d'autres, est une forêt « exsangue » et non une « forêt vieillie », ainsi

que je l'avais exposé en 1948, dans un article devenu prophétique. Ces abus d'exploitation entraînent en général une dégradation des sols brutalement et exagérément découverts, sans compter les actions nocives directes sur les arbres, notamment le « coup de soleil » subi par les hêtres brusquement isolés, qui se traduit par la nécrose et la chute de l'écorce et aboutit à la mort de l'arbre. On n'insistera jamais assez sur l'absurdité d'une thèse qui veut faire croire que l'absence ou l'insuffisance d'exploitation serait nocive pour la forêt. On peut d'abord remarquer que les essences forestières actuelles existaient au tertiaire et qu'elles n'ont pas eu besoin d'exploitation pour subsister jusqu'à notre époque. L'expérience actuelle montre d'ailleurs que la forêt inexploitée est la forme de forêt la plus stable et la plus résistante aux actions météoriques. Dans les forêts de montagne, les aménagements forestiers réservent toujours vers la limite supérieure de la végétation forestière une zone soustraite à toute exploitation dite « série de protection ». Dans les Vosges notamment, les séries de protection marquent, immédiatement au-dessous des « chaumes » couvrant les crêtes, la ligne de défense de la végétation forestière contre les vents violents et les rafales de neige. A ce niveau, aucun conifère ne peut résister et le peuplement des séries de protection est formé essentiellement de hêtres, accompagnés d'érables et de sorbiers des oiseaux. Les arbres battus par les vents ont des formes tourmentées, souvent rampantes mais constituent un véritable climat, une association en équilibre qui protège la forêt d'aval. Si des brèches étaient ouvertes dans cette barrière la limite de la végétation forestière serait abaissée. Une zone de protection dont le rôle est le même avait été constituée sur la dune littorale de Gascogne. Pour construire son « mur de l'Atlantique » l'ennemi avait détruit cette barrière sur des secteurs étendus et il a fallu après la guerre des efforts considérables pour la reconstituer. La forêt n'est pas une plantation d'arbres mais une vaste communauté d'espèces végétales et animales (biocénose) entre lesquelles se produisent des échanges et des interactions déterminant un équilibre. La rupture de cet équilibre est toujours nuisible à l'ensemble et peut aboutir finalement à la destruction de la forêt.

On peut énoncer la règle qu'une forêt est d'autant plus stable et résistante aux actions météoriques qu'elle est gérée en la maintenant le plus près possible de son état naturel. La futaie jardinée, c'est-à-dire composée d'arbres de tous âges mélangés pied par pied ou par petites taches, résiste mieux au vent que la futaie régulière, ou des parcelles de grande étendue sont occupées par des arbres sensiblement du même âge. Sur certains versants il s'est révélé impossible d'aménager la forêt en futaie régulière, les tempêtes dévastant ces peuplements trop uniformes et les ramenant inéluctablement à l'état irrégulier de futaie jardinée. La futaie régulière elle-même présente des avantages technologiques certains et il est très légitime de l'adopter comme mode de traitement partout où l'action des tempêtes reste dans des limites acceptables, en particulier en plaine pour les essences feuillues. Mais ici encore sa pérennité est d'autant mieux assurée que les opérations culturales sont conduites en suivant au plus près les processus naturels. La régénération naturelle obtenue par des coupes progressives permettant de doser l'éclaircissement fourni aux jeunes semis suivant leurs exigences spécifiques et les stades de leur croissance ne porte aucune atteinte au sol et offre en outre l'avantage de reproduire des lignées d'arbres adaptées à la station. Si pour des raisons technologiques il apparaît nécessaire de pratiquer la régénération artificielle par semis ou par plantations il est préférable, sauf pour des essences comme les mélèzes et la plupart des pins, qui exigent d'emblée la pleine lumière, d'exécuter ces opérations sous un couvert partiel permettant de donner aux jeunes sujets la dose optimale de lumière, tout en les protégeant contre les sécheresses, les gelées printanières et les vents desséchants.

La vulnérabilité aux attaques parasitaires est beaucoup plus grande dans les peuplements purs c'est-à-dire formés d'une seule essence et il faut toujours chercher à obtenir des peuplements mélangés, surtout quand il s'agit d'essences résineuses, pour lesquelles les invasions d'insectes deviennent souvent des catastrophes, aboutissant à la destruction totale de la forêt.

Il reste à démêler maintenant les mobiles réels de

ces exploitations dévastatrices, qu'une mythologie ridicule ne peut parvenir à faire admettre.

La véritable raison tient à la nature même de l'Office National des Forêts, défini officiellement comme établissement à « caractère industriel et commercial » mais auquel on a malheureusement omis de conférer le « caractère forestier ». Les gestionnaires sont satisfaits si les bilans annuels de leur gestion font apparaître des bénéfices, l'avenir de la forêt dû-il être compromis. Il est aberrant d'avoir démantelé le Corps des Eaux et Forêts qui était animé traditionnellement par le sens de l'intérêt général et le souci d'assurer la sauvegarde pour les générations futures d'une des grandes formations végétales, utile par sa production, ligneuse et surtout indispensable comme source d'oxygène, pour la protection contre l'érosion, pour la régularisation du régime des eaux, pour la beauté des sites.

Le caractère exclusivement commercial et à courte vue de la gestion de l'Office se manifeste trop souvent par la destruction de très beaux peuplements d'essences feuillues, chênes et hêtres notamment, auxquels sont substitués des résineux sous prétexte que les bois de papeterie sont commercialement les plus avantageux. Cet argument était en partie valable en 1965 mais depuis les besoins de l'industrie ont beaucoup évolués et l'industrie des panneaux de particules absorbe des quantités énormes de bois feuillus. L'évolution de l'industrie du bois est imprévisible, elle est liée à l'évolution des techniques et aussi à celle des mœurs et de la mode. La technique des charpentes lamellées collées a revivifié la construction en bois, la mode des résidences secondaires et des chalets revêtus de bois a créé pour des bois de haute qualité un débouché imprévisible il y a 10 ans. En préparant pour l'an 2000 des forêts pouvant satisfaire aux besoins de l'année 1965, l'O.N.F. pratique une politique inadaptée à la nature de la forêt. La seule politique rationnelle consiste à maintenir ou à créer les peuplements écologiquement les mieux adaptés à la station et à les gérer en tendant toujours

à l'amélioration génétique. On est sûr que des bois de qualité répondront toujours, à une époque ou à une autre, aux besoins d'une industrie, traditionnelle ou nouvellement apparue. Seule une administration ayant un sens très élevé de l'intérêt général, dégagée des contraintes financières, et capable de considérer de vastes horizons peut pratiquer cette saine politique.

L'opinion publique est d'ailleurs très souvent consciente que le fond du problème est le démantèlement du Corps des Eaux et Forêts. Citons par exemple le passage de la protestation du Comité de Sauvegarde des Forêts Sud-Picardie-Valois :

« Ce saccage de la nature ... est l'œuvre de l'Office National des Forêts, organisme « à vocation industrielle et commerciale » qui a remplacé en 1965 l'admirable Administration des Eaux et Forêts ».

Le salut de la forêt française ne pourra venir que de la résurrection du Corps forestier, détruit « à la sauvette » dans des conditions scandaleuses en 1964, et en premier lieu dans la renaissance de l'Enseignement Forestier de haut niveau que dispensait l'Ecole de Nancy. Le Congrès National des Communes forestières tenu à Dijon, le 28 novembre 1971, « considérant que la disparition de l'Ecole de Nancy » était « une catastrophe nationale », a dans sa motion finale, réclamé « le rétablissement de la Direction Générale des Forêts au Ministère de l'Agriculture et de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Nancy ». Cette motion sera la meilleure des conclusions pour mon exposé.

BIBLIOGRAPHIE

- JACQUIOT (C.), 1948. — *Revue des Eaux et Forêts*, XIV^e série, 46^e année, n° 1, janv.-févr., p. 1-10.
 JACQUIOT (C.), 1951. — *Revue Forestière Française*, n° 5, p. 375-381.
 JACQUIOT (C.), 1970. — *La forêt*, Masson Editeur.
 ROUSSEL (L.), 1972. — *Photologie forestière*, Masson éditeur.

UN ABRI MÉTÉOROLOGIQUE POUR L'ENREGISTREMENT DU MICROCLIMAT AU NIVEAU DES VÉGÉTAUX

par Henri SANDOZ (*)

RÉSUMÉ

Un abri météorologique simple, pratique et peu coûteux a été spécialement conçu pour l'enregistrement du micro-climat au niveau des végétaux. Cet abri répond à un besoin impérieux des écologistes qui, le plus souvent, doivent obtenir par eux-mêmes les mesures nécessaires à leurs études microclimatiques.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine einfache, praktische und billige meteorologische Deckung ist errichtet worden, um das Mikroklima bei den Pflanzen zu verzeichnen. Dieses Apparat ist für die Ökologen besonders nützlich, weil sie öfters die gebrauchten Messen selbst kriegen müssen.

La connaissance du microclimat qui règne au sein d'un groupement végétal ou au niveau d'une plante est essentielle pour la compréhension de leur écologie.

Pour déterminer ce microclimat avec précision, il est indispensable de placer les appareils de mesures dans des lieux judicieusement choisis, sous un abri spécialement conçu et au niveau même des végétaux. Ainsi, généralement, les données fournies par les stations obligent d'obtenir par ses propres moyens les mesures

SUMMARY

A simple, useful and cheap meteorological shelter has been specially devised to register the microclimate at the vegetal level. This shelter answers to a pressing need for the ecologists who have generally to obtain by themselves the measures necessary to their microclimatic studies.

RIASSUNTO

Un riparo meteorologico semplice, pratico, poco caro è stato eseguito per rilevare il microclima al livello dei vegetali. Questo riparo può essere utilizzato dai ecologi che frequentemente debbono eseguire le misure necessarie alle studie microclimatiche.

microclimatiques qui lui sont nécessaires. Or, jusqu'à tions météorologiques, quand il en existe dans la région où les études sont entreprises, ne permettent pas, et pour diverses raisons, de définir ce microclimat. La plupart du temps, l'écologiste est donc présent, il n'existait pas d'abri simple, pratique et peu coûteux et, bien souvent, les éléments essentiels du microclimat étaient enregistrés sans prendre suffisamment de précautions, ce qui leur faisait perdre beaucoup de leur signification.

(*) Université de Provence, U.E.R. de Sciences Naturelles, Laboratoire de Botanique, Centre de Saint-Jérôme, Traverse de la Barasse, 13013 - Marseille.

Ayant entrepris d'étudier l'écologie fine des Conifères de haute montagne des Alpes maritimes et ligures, il m'a donc paru absolument nécessaire, pour connaître le microclimat le plus favorable à chacune de ces essences, de concevoir un abri type afin que tous les appareils puissent être mis rigoureusement dans les mêmes conditions et que les informations recueillies dans une station soient comparables avec celles recueillies simultanément dans d'autres stations (1).

Cet abri, outre son prix de revient très bas, offre le grand avantage d'être démontable, donc facilement transportable, ce qui est très intéressant notamment pour un travail écologique effectué en haute montagne. D'autre part, relativement simple, il peut être réalisé sans grandes difficultés et assez rapidement par tout chercheur en ayant besoin.

Quatre abris ont déjà été construits et tous ont été installés à plus de 2 000 m d'altitude, sur des pentes pouvant dépasser 50 %, dans le massif de l'Argentera-Mercantour. Ces quatre abris, expérimentés au cours de la période de végétation 1971 et celle de 1972, ont donné entière satisfaction que ce soit pour les conditions mêmes d'enregistrement ou pour leur maniabilité et leur résistance.

L'abri type a été conçu pour recevoir essentiellement un thermomètre-hygromètre enregistreur, pour la mesure et l'enregistrement continu de la température et de l'humidité de l'air ambiant, et un thermomètre enregistreur à sonde, pour la mesure et l'enregistrement continu de la température du sol à la profondeur désirée (appareils de marque « Maxant » (2)). Lorsque l'emplacement des stations

est difficilement accessible, ce qui arrive fréquemment en haute montagne et qui est le cas pour l'étude écologique des Conifères de l'étage subalpin, on a intérêt à utiliser des appareils à rotation mensuelle (une rotation complète du cylindre enregistreur dure plus exactement quatre semaines). Cependant, si les conditions sont plus propices, on peut choisir des appareils à rotation hebdomadaire (3).

Les plans de l'abri type ont été élaborés à partir de ceux mis au point par la « Station centrale de Bioclimatologie — I.N.R.A. — Route de St-Cyr-Versailles » pour la construction de l'abri météorologique Piche simplifié (A.M.P.S.) destiné à recevoir un évaporomètre Piche et deux thermomètres, l'un pour les maximums, l'autre pour les minimums, et réalisé pour la conduite des expérimentations agricoles.

Il est évident que l'abri conçu ici peut également être équipé d'un évaporomètre Piche, mais il faut alors avoir la possibilité de visiter quotidiennement les stations.

DESCRIPTION DE L'ABRI (fig. 1)

L'abri comprend essentiellement trois planches disposées parallèlement, la supérieure surmontée d'une cheminée de ventilation, et maintenues à distance les unes des autres par des montants en bois. Ces planches et les éléments de la cheminée de ventilation sont en contre-plaqué de 1,5 cm d'épaisseur.

La planche supérieure (planche A : fig. 2), de forme carrée (95 cm de côté), sert d'abri essentiellement contre le rayonnement et les précipitations. Elle est percée en son centre d'une ouverture carrée (20 cm de côté) dans laquelle s'emboîte la cheminée. Celle-ci (fig. 3), haute de 60 cm, est fermée à son extrémité supérieure par un couvercle carré (30 cm de côté) mais possède, immédiatement sous celui-ci et sur

(1) Une étude de données obtenues sous cet abri et de données, obtenues, en même temps et dans la même station, sous un abri normalisé sera prochainement publiée. Elle permettra de faire les corrections nécessaires pour pouvoir comparer, entre elles, des mesures recueillies sous cet abri et des mesures recueillies sous un abri météorologique classique.

(2) Ces appareils sont des parallélépipèdes rectangles dont les dimensions sont les suivantes : thermomètre-hygromètre enregistreur : longueur = 28 cm (plus longueur du système thermomètre-hygromètre = environ 10,5 cm), largeur = 12,5 cm, hauteur = 23,5 cm (plus hauteur de la poignée = 3,5 cm); thermomètre enregistreur (sonde non comprise) : longueur 28 cm, largeur = 12,5 cm, hauteur = 19,5 cm (plus hauteur de la poignée = 3,5 cm).

(3) Les appareils enregistreurs doivent être fréquemment étalonnés. En ce qui concerne l'humidité de l'air ambiant, le contrôle peut facilement se faire avec un psychromètre (psychromètre « Richard » par exemple).

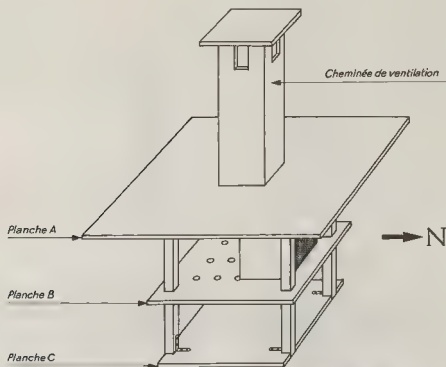


FIG. 1. — Vue générale de l'abri et photo d'un abri équipé *in situ*.

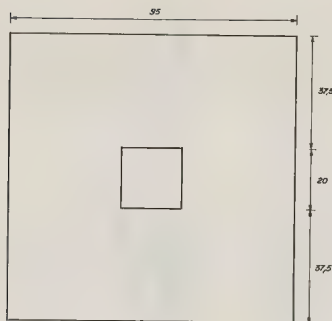


FIG. 2. — Planche A

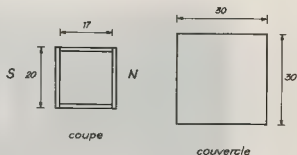
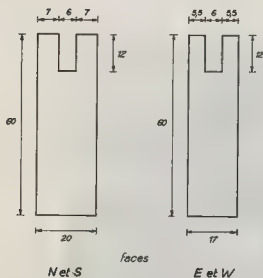


FIG. 3. — Cheminée de ventilation

ses différentes faces, quatre fenêtres rectangulaires (12 cm $\times$ 6 cm) qui assurent une bonne ventilation.

La planche intermédiaire (planche B : fig. 4), carrée également (60 cm de côté), est percée de 13 trous d'aération circulaires (2,9 cm de diamètre). Elle possède également quatre ouvertures carrées (4 cm de

diamètre). Elle possède également quatre ouvertures carrées (4 cm de côté) permettant le passage des quatre montants. Cette planche est destinée à recevoir le thermomètre-hygromètre enregistreur. Celui-ci doit être placé, selon sa longueur, sur l'axe médian antéro-postérieur (Nord-Sud) de la planche et sa par-

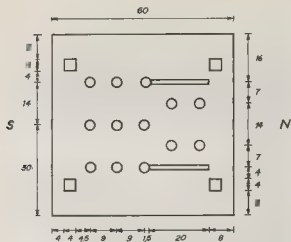


FIG. 4. — Planche B

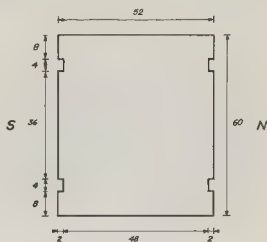


FIG. 5. — Planche C

tie située du côté du cylindre enregistreur, donc à l'opposé du système thermomètre-hygromètre, doit se trouver à 8 cm de bord postérieur (Sud) du support. Deux planchettes (en contre-plaqué de 1,5 cm d'épaisseur, fig. 6) sont fixées à 8 cm du bord antérieur (Nord) de la planche B (fig. 4), perpendiculairement à cette planche et de part et d'autre de l'emplacement du système thermomètre-hygromètre pour en assurer une bonne protection, en particulier contre le rayonnement solaire direct. Une toile en matière plastique, type toile de garde-manger, est tendue entre les parties supérieures et antérieures des planchettes de manière à ce que la protection du système thermomètre-hygromètre soit encore mieux garantie.

La planche inférieure (planche C : fig. 5), rectangulaire (60 cm $\times$ 52 cm), possède quatre encoches (deux antérieures et deux postérieures) permettant l'emboîtement des montants. Elle est destinée, d'une part, à recevoir l'appareil enregistreur de la température du sol qui doit être placé, selon sa longueur, sur l'axe médian antéro-postérieur de la planche (ses faces antérieure et postérieure devant se trouver à 12 cm des bords correspondants de celle-ci) et, d'autre part, à servir de socle à l'abri. Celui-ci peut être vissé au ras du sol sur des piquets en bois solidement enfoncés (quatre piquets, si possible, un à chaque coin du socle). On peut également faire

dépasser les piquets hors de terre et, en faisant varier leur longueur au-dessus du sol, placer l'abri lui-même à la hauteur désirée.

Les planches A et B sont distantes de 35 cm alors que les planches B et C le sont de 25 cm. Les quatre montants en bois (fig. 7) qui permettent l'assemblage des planches A, B et C ont une section carrée de 4 cm de côté et une longueur de 63 cm. Leur base présente une entaille terminale nécessaire au parfait ajustement avec la planche C.

Chaque appareil est enserré sur ses faces supérieures et latérales par une courroie métallique boulonnée, de chaque côté et extérieurement, sur son support.

Certaines surfaces de l'abri doivent être peintes en blanc brillant qui réfléchit le rayonnement, et par conséquent empêche un échauffement excessif, d'autres, au contraire, doivent être peintes en noir mat pour éviter une réflexion sur les appareils. Les surfaces à peindre en blanc brillant sont : le dessus et les tranches des planches A, B et C, l'extérieur de la cheminée, le dessus et les tranches de son couvercle, la face externe et les tranches des planchettes de protection, toutes les faces des montants sauf leur face latérale interne. Les autres surfaces sont à peindre en noir mat.

PLANS DE L'ABRI (fig. 2 à 7)

Montage de l'abri.

Les différents éléments de la cheminée de ventilation peuvent être collés et cloués entre eux. La cheminée est alors emboîtée dans la planche A et fixée avec de la colle et des vis à bois. Cependant, dans le cas où l'abri est aussi équipé d'un évaporomètre Piche, une petite modification relative à la constitution de la cheminée de ventilation elle-même est

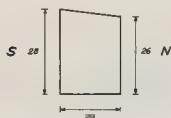


Fig. 6. — Planchette de protection

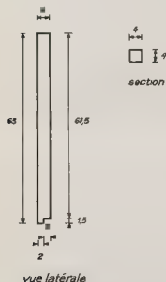


Fig. 7. — Montant

nécessaire : il faut, pour que la lecture et la manipulation de l'évaporomètre soient faciles à faire, remplacer la face Nord de la cheminée par une porte (l'éprouvette graduée de l'appareil doit en effet être placée dans l'axe de la cheminée et la pastille évaporante doit se trouver dans l'espace compris entre la base de la cheminée et le thermomètre-hygromètre enregistreur).

On cloue ou on visse ensuite les quatre montants sur la planche C et on ajoute, dans les deux angles antérieurs et dans les deux angles postérieurs opposés formés par les montants et la planche, des équerres métalliques pour consolider l'assemblage.

Puis on place la planche B en la faisant glisser sur les montants introduits dans les quatre ouvertures carrées de cette planche prévues à cet effet. La fixation de la planche B est assurée par quatre équerres métalliques disposées sur les faces latérales internes des montants, au-dessous de la planche, et vissées à la fois sur celle-ci et sur les montants. Les planchettes de protection sont fixées sur la planche B grâce à des vis à bois engagées par-dessous la planche et la toile en matière plastique est maintenue en place par des petits clous (semence).

On pose ensuite la partie supérieure de l'abri (formée par la planche A et la cheminée) sur les quatre montants de la partie inférieure, symétriquement comme le montre la figure 1, et on la fixe sur ces montants à l'aide de quatre grosses vis à bois engagées par-dessus la planche A (employer de préférence des vis de type « tire-fond » que l'on peut serrer ou desserrer avec une clé); quatre équerres métalliques disposées sur les faces latérales internes des montants et fixées sur eux-mêmes et sur la planche A contribuent à consolider l'abri.

(N.B. Pour le transport, il est souvent plus pratique de laisser les deux parties de l'abri séparées; leur assemblage se fait, alors, directement sur le terrain).

Ainsi monté, l'abri a une hauteur totale de 124,5 cm.

DESCRIPTION D'UN PIÈGE ENTOMOLOGIQUE LUMINEUX DIRECTIONNEL ET AUTOMATIQUE

par J. Cl. ROBERT

Laboratoire d'Écologie animale, La Bouloise, Besançon.

RÉSUMÉ

L'auteur décrit un piège lumineux automatique destiné à l'étude écofaunistique des insectes à activité nocturne, en dehors des possibilités d'études offertes par les pièges lumineux classiques : inventaires faunistiques régionaux, étude des répartitions etc..., ce piège offre en plus des possibilités nouvelles dues à des caractéristiques originales à savoir :

- l'unidirectionnalité du faisceau lumineux (étude du peuplement, de biotopes précis)
- la séparation de la faune en trois lots de taille

différente (bon état de la faune récoltée)

- la séparation de la faune dans le temps en lots correspondant à 30 mn de capture (études des corrélations avec la climatologie, les rythmes internes etc...).

L'auteur a constitué un ensemble de deux pièges automatiques et d'enregistreurs parfois entièrement originaux (ROBERT, 1970 et 1971) qui doivent permettre d'approfondir de nombreux aspects de l'écologie de Lépidoptères nocturnes vivant dans la chaîne du Jura.

INTRODUCTION

Si nous avons attendu jusqu'à présent pour en publier la description c'est que nous voulions que la mise au point soit optimale dans tous ses aspects.

Les caractéristiques générales de capture : fréquence de séparation de la faune, type de lampe, angle du faisceau lumineux, sont identiques depuis le premier prototype en bois réalisé en 1968 (cliché 1, p. 216). Les améliorations successives jusqu'en 1972 ont porté essentiellement sur l'augmentation de précision des prélèvements faunistiques, sur la rapidité d'installation du matériel dans la nature et sur la diminution du temps d'intervention entre et pendant les chasses nocturnes.

Depuis notre publication de 1970 est intervenue celle de J. W. SIDDORN, E. S. BROWN (1971). Le piège

automatique décrit est cependant omnidirectionnel et présente une périodicité d'une heure pour la séparation de la faune. Dans son principe il est assez semblable à celui de R. H. NAGEL et A. A. GRANOWSKY (1947), dans ce dernier cependant l'attractivité se fait à l'aide de deux lampes, comme dans le système DEMOLIN.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU PIÈGE

Tous les pièges que nous avons utilisés depuis 1968 ont conservé les mêmes caractéristiques de capture : le schéma page 219 est une coupe longitudinale applicable à tous les pièges successifs. Les premières captures sont donc parfaitement comparables à celles obtenues en 1972 avec les pièges définitifs.



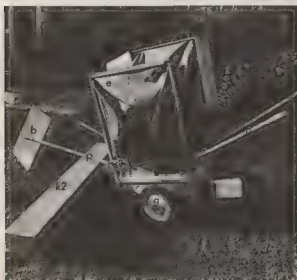
1

CLICHÉ 1. — Premier prototype en bois
CLICHÉ 2. — Deuxième prototype en position de transport
sur le terrain

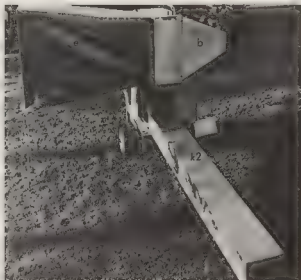
CLICHÉ 3. — Piège en position de chasse.

CLICHÉ 4. — Détail de l'armoire électrique.

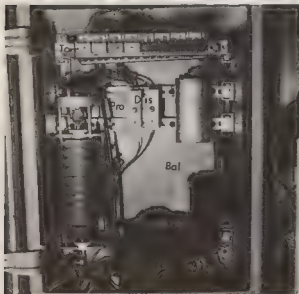
CLICHÉ 5. — Détail du dispositif de synthèse du cyanure.



2



3



4



5

Mode de capture.

Le modèle en bois nous a permis de contrôler l'efficacité d'un principe de capture découvert en août 1967. En essayant différentes compositions de glu sur des feuilles de rhododé transparentes placées devant une lampe U.V., nous avons constaté que tous les insectes attirés par la lumière *montaient* le long de la plaque transparente. Cela nous a donné l'idée de découper cette dernière en volets inclinés vers la lampe. A notre connaissance ce système n'a été utilisé que partiellement dans le piège omnidirectionnel de récolte globale de A. B. KLOTS (1934).

Tri par taille.

Le système précédent se révéla efficace et nous donna l'idée d'effectuer un tri des insectes en trois classes de tailles. Le grand intérêt de ce dispositif pour la récolte d'insectes en bon état nous l'a fait conserver sur les modèles suivants.

Unidirectionnalité.

La limitation du faisceau à un angle réduit (environ 30°) a été simple à réaliser; cependant, si on pouvait penser logiquement que cela permettait d'échantillonner plus particulièrement les insectes du biotope situé dans l'axe du faisceau, nous n'avions par contre aucun moyen efficace de contrôler la précision spatiale de notre piège. En 1972, nous avons constaté la réelle efficacité de l'unidirectionnalité avec deux pièges identiques placés parallèlement à 30 m l'un de l'autre.

Rythme de capture.

Le changement des boîtes de récoltes se fait toute les 30 minutes. Cette fréquence de récolte est très utile lorsqu'il y a des variations rapides de facteurs autécologiques. W. H. RUSSELLUMSDEN (1966) insiste

sur l'intérêt particulier des périodes où les conditions fluctuent vite, particulièrement le soir après le coucher du soleil et le matin.

Avant même d'avoir complètement terminé l'exploitation des données faunistiques, nous constatons le grand intérêt de ce rythme de capture (1).

DESCRIPTION DU MODÈLE DÉFINITIF

En tenant compte de l'expérience acquise avec le premier prototype et conscient de la nécessité d'une grande mobilité, nous avons conçu un modèle pliant plus robuste et plus compact, en fonction du véhicule que nous avions à notre disposition pour le transporter (camionnette Renault R4).

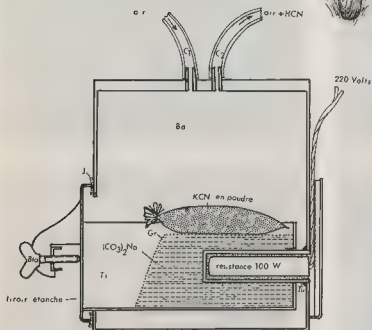
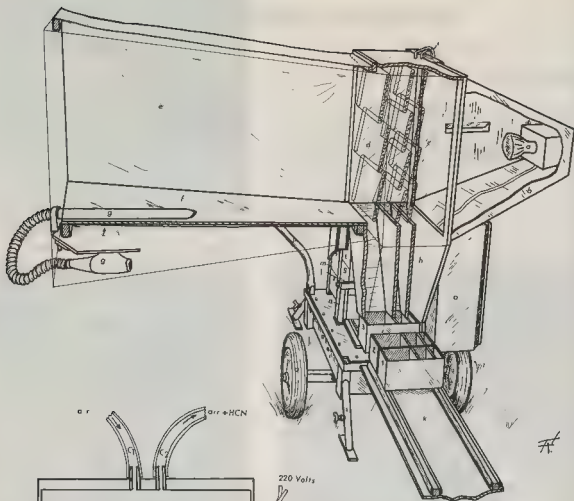
Certains éléments furent longs à mettre au point. Ce fut le cas du dispositif de synthèse du cyanure. En effet si cette synthèse ne pose pas de problème à la température du laboratoire ou dans des conditions météorologiques favorables (cas des premiers essais sur le terrain en 1968) il n'en est pas de même par temps médiocre où le gaz cyanhydrique se liquéfie; la très grande solubilité d'HCN dans l'eau dégagée par la réaction de synthèse fut à l'origine d'autres difficultés.

Le système de synthèse d'HCN nous a ainsi demandé à lui seul 6 modifications quelquefois fondamentales; les retards imposés par les impératifs de fabrication à l'extérieur du laboratoire et par les essais réels dans la nature ont évidemment considérablement handicapé notre programme de recherche.

Description technique d'un piège automatique.

D'après l'écorché page 218, les schémas et les clichés 2, 3, 4 et 5.

(1) Nous avons même envisagé de porter la fréquence à un quart d'heure, mais dans ce cas il est à craindre que le temps de réaction de la faune aux variations autécologiques rende aléatoire les corrélations directes avec ces variations en se basant sur les périodes d'arrivées.



PIEGE LUMINEUX
AUTOMATIQUE - UNIDIRECTIONNEL

J. CI. ROBERT

Laboratoire d'Ecologie animale
La Bouloze - Besançon

BAC DE SYNTHESE D'HCN (en coupe)

PLANCHE I

En haut: écorché d'un piège en position de chasse.
En bas: coupe du bac de synthèse du gaz cyanhydrique.

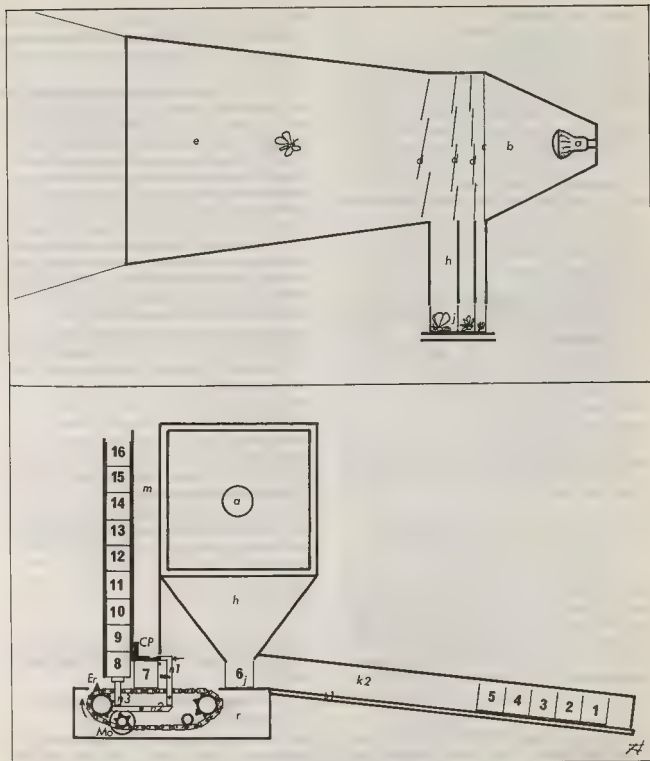


PLANCHE 2

En haut : Coupe longitudinale schématique.

En bas : Coupe frontale des pièges définitifs.

- a) lampe Philips HPR 125
- b) cône de protection en aluminium
- c) plaque de plexiglass de 40×40 cm, épaisseur 5 mm
- d) volets de plexiglass 5 mm assurant la séparation par taille des insectes attirés dans l'enceinte de capture (3 lots)
- e) tronc de pyramide en plastique souple destiné à limiter l'angle du faisceau lumineux
- f) plaque de plastique lisse traitée aux silicones
- g) soufflerie destinée à la récupération d'insectes immobilisés dans la partie e)
- h) trémie assurant le guidage des insectes tombant spontanément ou « choquée » par HCN
- i) arrivée des tubes plastiques conduisant HCN dans l'enceinte de capture
- j) boîte compartimentée en place sous la trémie
- k) rampe recueillant les boîtes contenant la faune récoltée pendant une demi-heure
- l) premier réservoir de boîtes compartimentées (numérotées de 1 à 7)
- m) deuxième réservoir contenant les boîtes compartimentées de 8 à 16 (jusqu'à 20 avec une rallonge de couloir non figurée ici)
- n) levier permettant le passage des boîtes du réservoir 2 lorsque la boîte 7 est mise en place sous la trémie h (voir explications page 218)
- o) boîte de commandes électriques (voir détail cliché page 216 et explications page 218)
- p) bras permettant la manutention du piège
- q) roue pour les déplacements sur le terrain
- r) carter contenant la partie mécanique d'entraînement des boîtes
- s) pieds permettant le réglage en horizontalité du piège en position de chasse.
- t) tringle de tension du cône avant (e).

Description du bac à synthèse de cyanure.

En encart du dessin écorché page 218 nous donnons le schéma du bac à cyanure tel que nous l'utilisons. Il pourrait certainement être mieux adapté, mais il résulte de la modification d'un appareillage qui utilisait des produits liquides, abandonnés en raison de leur corrosivité et des dangers de manipulations. La photographie page 216 montre le dispositif en état de fonctionnement (le capot de protection a été retiré).

L'ensemble du dispositif de synthèse du gaz cyanhydrique comprend un bac en acier inoxydable (Ba) une résistance dans un tube en acier inoxydable éga-

lement (Tu), un tiroir de même matière (Ti) dont l'étanchéité au niveau de la porte est obtenue à l'aide d'un joint (J) comprimé par un système de blocage (Blo).

Le fond du tiroir opposé à la porte est percé d'un trou permettant le passage du tube de la résistance (Tu). Ce tiroir est rempli avant la chasse de bicarbonate de soude de droguerie; un grillage fin (Gr) recouvre la poudre et reçoit un sachet en voile de Tergal contenant du cyanure de Potassium industriel. Au moment du chargement du bicarbonate une simple feuille de papier munie d'une fente en croix obstrue le trou. Au moment de la mise en place du tiroir, le tube du chauffage plonge dans le bicarbonate en poudre comme on peut le voir sur le dessin en coupe page 218. Le chauffage de la résistance provoque la décomposition du bicarbonate et le dégagement de CO_2 qui déplace HCN.

L'atmosphère du bac (5 litres environ) est donc formée d'un mélange d'air, d'HCN et de vapeur d'eau. Périodiquement le mélange air cyanure est expulsé par la canalisation C_1 dans l'enceinte de capture du piège par de l'air pulsé provenant de 2 grosses pompes d'aquarium (Po).

Le mélange gazeux envoyé dans le piège par la canalisation C_2 est déshydraté par passage sur du plâtre sec (Pla) et réparti dans l'enceinte de capture par des tuyaux en plastique i.

Un système de valve à piston (Pi) permet d'interdire tout départ de gaz cyanhydrique du bac entre les périodes de chasse et pendant le transport des pièges.

L'armoire électrique.

Dans cette armoire étanche se trouve groupé l'essentiel de l'équipement électrique du piège automatique.

On distingue : le ballast d'alimentation de la lampe HPL 125 Philips (Bal.),

La colonne de cames (Ca) entraînée par un moteur synchrone (Sy) à raison d'un tour par demi-heure.

Cames qui règlent chaque opération par l'intermédiaire des microcontacts (Mi).

Les touches de commande (To) des différents mécanismes; en partant de la gauche on trouve :

- 1 marche et arrêt général du piège
- 2 commande de la lampe U.V.
- 3 commande des pompes Po
- 4 ventilation (g)
- 5 commande de la résistance du bac de synthèse.
- 6 mise en circuit du programmeur (Pro)
- 7 avance manuelle des boîtes pour essais et réglages.
- 8 n'est plus utilisé.

Une double cause d'erreur (pouvant atteindre 10 % des captures) a été constatée au niveau du prolongement antérieur du piège (e). En effet une partie des insectes qui arrivent au moment où HCN est soufflé sont tués ou étourdis avant d'avoir pu pénétrer dans l'enceinte de capture cloisonnée par les volets de plexiglass.

Une autre fraction de la faune (*Ceruridae* en particulier) s'immobilise dans le cône (e), voire dans le piège même, en pleine zone éclairée et ne bouge plus de la nuit.

Nous avons grandement diminué cette cause d'erreur en passant chaque soir un insecticide sur les parois du tronc de pyramide (e) et sur les plaques de plexiglass (d). Les insectes qui s'immobilisent sur ces parties subissent un début d'intoxication, ceci provoque une interruption de la phase d'immobilité par apparition de tremblements musculaires; les insectes s'envolent alors vers la lampe qui redevient attractive pour eux.

Pour les insectes qui tombent dans la partie (e), intoxiqués par HCN ou l'insecticide, le dispositif de soufflage (g) permet une récupération pratiquement totale.

Cependant une très grande humidité (pluie ou brouillard) rend le système partiellement inopérant.

CHRONOLOGIE DES PHASES DE CAPTURES

Le problème est de récupérer dans une boîte restée 30 mn en place sous la trémie (h) les insectes attirés effectivement pendant ce laps de temps. Les

précautions décrites précédemment vont dans ce sens.

Un point délicat restait l'heure de départ des chasses. Evidemment pour obtenir des données comparables d'une fois à l'autre, il convenait de se repérer par rapport à l'heure réelle de coucher de soleil.

Expérimentalement nous avons défini de mettre en route les pièges 15 mn après le coucher réel du soleil pour la région étudiée.

C'est l'heure à partir de laquelle la lampe commence à être attractive dans les plus mauvaises conditions de luminosité : nébulosité importante, plafond bas.

Au commencement de la chasse nous réglons la colonne des cames (Ca) de chaque piège de façon à ce que la lampe s'allume deux minutes avant la mise en place de la première boîte qui correspond ainsi à l'instant où la lampe à arc atteint son maximum de puissance. A partir de ce moment il va s'écouler 27 mn avant que les pompes se mettent en route et expulsent HCN dans le piège. Etant donné le volume du piège et son ouverture vers l'atmosphère extérieure, l'action du cyanure n'est complète qu'après deux minutes. L'enceinte de capture est alors (sauf exception pour quelques espèces très résistantes) nettoyée de la faune attirée qui n'était pas tombée spontanément dans la boîte compartimentée.

Au temps 29 minutes les pompes s'arrêtent et la soufflerie (g) nettoie la plaque f (traitée aux silicocones pour faciliter le glissement) des insectes qui y sont tombés intoxiqués; ils sont ainsi poussés dans la trémie et tombent dans la boîte compartimentée encore en place.

Au temps 30 minutes la soufflerie s'arrête et la boîte suivante vient se mettre en place sous la trémie en poussant la précédente et sa récolte sur la rampe K₁ où elle est protégée par le capot K₂.

Fonctionnement mécanique.

L'entraînement des boîtes est simple à imaginer d'après la figure page 219.

Au moment voulu une came (Ca) envoie le courant au moteur Mo qui entraîne dans le sens de la flèche une chaîne de cycle à l'aide d'un pignon denté.

Cette chaîne est munie d'un ergot (Er) qui pousse la boîte de récolte jusque sous la trémie.

La chaîne continue d'avancer jusqu'à sa position initiale où un microcontact coupe l'alimentation du moteur.

On remarque que dans la situation du schéma la chaîne ne peut entraîner que les boîtes 1 à 7 (colonne m). Au moment de l'entraînement de la boîte 7 qui est plus haute que toutes les autres, un contrepoids (CP) descend de quelques millimètres (correspondant à la différence de hauteur entre la boîte 7 et les autres boîtes plus basses). La descente du contrepoids CP libère le levier n_1 . Ce levier est tendu par un ressort et bascule dans le sens indiqué, ce qui libère le tenon n_2 qui était bloqué par les leviers n_2 et n_1 . La pile des boîtes 8 à 16 (ou 8 à 20 avec la rallonge) descend; les boîtes de cette colonne peuvent alors être entraînées par l'ergot sous la trémie.

Une minuterie mécanique coupe le courant d'alimentation générale des pièges lorsque le jour se lève. Cette minuterie nous seconde au moment de l'allumage du soir; si un incident quelconque nous accapare au moment de l'heure de départ du piégeage, la minuterie établit le contact avec les groupes électrogènes qui tournent déjà depuis une dizaine de minutes et qui ont été soigneusement réglés à chaud.

Deux disjoncteurs (Dis) protègent la lampe et les éléments électriques (résistances, moteurs).

La colonne de came du programmeur Ca nous a permis de régler la chronologie et la durée de chaque opération.

MISE EN SERVICE DES PIÈGES AUTOMATIQUES

Le cliché 2 page 216 montre le piège replié en position de déplacement sur le terrain. Dans le

véhicule de transport les roues (q) et les bras (p) sont retirés. Des roulettes à billes (non visibles sur les photographies) situées sous le carter (r) du piège permettent de le positionner dans le véhicule.

Le montage est assez rapide; avec un peu d'habitude la mise en position de fonctionnement: branchements électriques, mise en place des boîtes compartimentées, chargement du bac à cyanure compris, il nous faut environ 30 minutes par piège. Le cliché 3 montre un appareil en position de chasse en 1970. Depuis nous avons apporté quelques améliorations de montage (tringles t) et ajouté quelques accessoires (souffleries g) voir plan.

PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

Il ne faut pas oublier que l'ensemble du matériel travaille dans des conditions diverses (pluie, brouillard, vent, gel...) et que l'ensemble mécanique et électrique est mis à rude épreuve; aussi il est nécessaire de lubrifier et de nettoyer fréquemment toutes les parties ayant un fonctionnement délicat.

D'autre part le comportement même des insectes attirés et leur plus ou moins grande résistance à HCN nous a amené à prendre quelques précautions indispensables pour éviter des erreurs trop importantes.

En particulier au cours de nos premiers essais nous avons constaté que suivant les conditions météorologiques et les groupes de Lépidoptères capturés, un certain nombre d'insectes se « révélaient » dans les boîtes de captures. Il pouvait donc y avoir passage d'une boîte dans l'autre, mais surtout lorsque nous soulevions le matin le capot de protection K_a , plusieurs individus s'échappaient; d'autre part l'agitation des grosses espèces (Sphinx par exemple) détérioraient les insectes qui se trouvaient dans le même compartiment.

La solution à ces problèmes consiste à couler au fond des boîtes une couche de paradichlorobenzène qui achève les insectes tombés, « choqués » par HCN. Certains Lépidoptères comme les *Proctus*, très résis-

tants au cyanure, mais qui tombent bien d'eux-mêmes, sont également tués par ce procédé.

Nous avons dû adopter une alimentation avec deux groupes électrogènes de 800 watts (*) (ce qui double malheureusement les « chances » de panne).

Un groupe commande uniquement la mécanique des deux pièges, nous avons ainsi une synchronisation parfaite du passage des boîtes, les cames étant entraînées par un moteur synchrone. L'autre groupe alimente uniquement les lampes ce qui donne une tension extrêmement stable. Lorsque mécanique et lampe se trouvaient branchées sur le même générateur, il fallait dangereusement survolter les lampes pour que les baisses de tension dues à la mise en service d'un moteur ou d'une résistance n'interrompent pas les lampes à arc.

Nous avons déterminé par tâtonnement le voltage sur lesquels il fallait régler les groupes chauds (**).

Le soir nous surveillons quelque temps le fonctionnement des pièges et nous nous assurons que les boîtes passent correctement, que le cyanure est actif etc., puis nous les laissons fonctionner de façon automatique jusqu'au lendemain matin.

Si nous venons recueillir la faune relativement tôt le matin, c'est surtout parce qu'il faut intervenir pour l'enregistreur de luminosité nocturne (ROBERT, 1971) et arrêter les groupes électrogènes qui continuent de tourner inutilement.

Les boîtes compartimentées numérotées sont rangées dans des coffrets en bois vidées dans le courant de la journée. Les insectes correspondant à une demi-heure de chasse sont stockés dans des pots en

plastiques (type pot de crème) sur lesquels sont portées les indications d'identification (une lettre attribuée à chaque piège facilite le classement).

Les récoltes obtenues avec les pièges automatiques sont stockées au laboratoire et étudiées après ramollissage pendant la mauvaise saison.

Les pièges automatiques décrits nous ont déjà permis de recueillir un certain nombre d'éléments faunistiques et écologiques en 1970 et surtout en 1971, 1972 et 1973. Nous espérons pouvoir publier bientôt les premiers résultats obtenus. Nous tentons actuellement de mettre au point un programme de traitement utilisant des méthodes statistiques qui soit compatibles avec les données obtenues avec notre ensemble pièges automatiques - enregistreurs.

BIBLIOGRAPHIE

- DEMOLIN (G), 1964. — Réflexion sur le comportement des insectes nocturnes soumis à une source lumineuse attractive. Application à une nouvelle technique de piégeage. Congrès à Rennes de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, 71, p. 15-24.
- KLOTS (A.B.), 1934. — In "Entomological Techniques" of A. PETERSON, 1964. Edwards Brothers, Inc. pl. 81.
- NAGEL (R.H.) and GRANOVSKY (A.A.), 1947. — In "Entomological Techniques" of A. PATERSON, 1964. Edwards Brothers, Inc. pl. 169.
- ROBERT (J. Cl.), 1970. — Nouvelles possibilités d'étude statistique des insectes à activité nocturne par utilisation de pièges U.V. automatiques originaux et traitement de données multiples par ordinateur. *Annales scientifiques de l'Université de Besançon*, 3^e série, Zoologie, Physiologie et Biologie animale, fasc. 6, p. 65-71.
- ROBERT (J. Cl.), 1971. — Description d'un enregistreur de luminosité nocturne destiné à l'écologie terrestre. *Annales scientifiques de l'Université de Besançon*, 3^e série, Zoologie, Physiologie et Biologie animale, fasc. 7, p. 57-62.
- RUSSEL LUMSDEN (W.H.), 1966. — Light forest insects (in "Light as an ecological factor" *British ecological society-symposium*, number six. Ed. R. Bainbridge) p. 209-233.
- SIDDORN (J.W.) and BROWN (S.), 1971. — A Robinson light trap modified for segregating samples at predetermined time intervals, with notes on the effect of moonlight on the periodicity of catches of insects. *Journal of Applied Ecology*, 8, p. 69-75.

(1) Nous utilisons des groupes Honda 800 E avec un réservoir supplémentaire

(2) Le groupe « mécanique » doit être réglé sur 225 volts pour obtenir une avance des boîtes à un rythme proche de 30 minutes (les ralentissements ou accélérations dus à la mise en route de tel ou tel élément retentissent parallèlement sur le programmeur). Quant au groupe « lampes » il faut le régler sur 230 volts au départ afin que l'allumage soit correct et surtout pour éviter un phénomène de balance si, par suite d'un incident, une des deux lampes venait à s'éteindre. Dans ce cas en effet l'allumage d'une lampe à arc demande une grande puissance qui entraîne une baisse de tension; si le voltage est trop bas au départ, la deuxième lampe s'éteint au moment du rallumage de l'autre et vice versa.

HABITATS DES PLANAIRES EN MILIEU SOUTERRAIN

par Nicole GOURBAULT

Muséum national d'Histoire naturelle, Paris
et Laboratoire souterrain du C.N.R.S., 09 Moulins.

L'importance que revêt l'écologie en ce qui concerne les Triclades se doit d'être signalée puisque celle-ci permet, à elle seule, de définir les trois sous-ordres de ce groupe de Platonides : Maricoles, Paludicoles et Terricoles. Cette classification fondée donc sur des critères écologiques, est inhabituelle dans le domaine de la zoologie. Cependant, il est démontré que ces subdivisions correspondent, dans la plupart des cas, aux coupures basées sur les caractères anatomiques.

La faune d'Europe des Triclades Paludicoles possède des représentants des deux familles qui composent ce sous-ordre, les Planariidae et les Dendrocoelidae.

Avant de définir les relations qui s'établissent entre les Planaires hypogées et le milieu souterrain, il convient, tout d'abord, d'effectuer une rapide mise au point des connaissances acquises à l'heure actuelle quant à l'habitat de quelques formes épigées et aux facteurs qui régissent leur distribution; ceci dans le but de déterminer les composantes essentielles des conditions auxquelles sont soumis des Triclades peuplant des biotopes différents.

I. — ÉCOLOGIE

DE QUELQUES ESPÈCES ÉPIGÉES

Sans être toutefois applicable à tous les cours d'eau, un schéma d'étagement des espèces épigées de Triclades peut être dressé; il présente un profil

classique (VOIGT, 1904) dont la succession, à partir de la source, est la suivante : *Crenobia alpina*, *Polycelis felina*, *Dugesia gonocephala*, *Polycelis nigra*.

Il semble qu'un certain nombre de facteurs régisse l'implantation des différentes populations de Paludicoles dans les régions tempérées et montagneuses; ce sont principalement la température, la vitesse du courant et l'oxygénation du cours d'eau. La qualité de la faune propre à un biotope est ensuite déterminée par le facteur dominant.

— Le facteur température exerce une influence déterminante sur les Planaires en agissant sur les phénomènes biologiques (reproduction, développement, régénération) ainsi que sur la physiologie de l'animal; il est en grande partie responsable de la distribution des espèces.

— La vitesse du courant qui dépend du débit et de la section du cours d'eau, présente une répartition qui n'est pas homogène. Mais, dans la nature, il est difficile de déterminer la vitesse du courant auquel est soumise une Planaire; en général, celle-ci se déplace sous les pierres et sur le fond du lit des ruisseaux.

— Enfin, les variations étendues relevées pour les taux des principaux éléments chimiques, dont l'oxygène, mettent en évidence les vastes possibilités d'adaptation des formes épigées.

Dans les Pyrénées, *Crenobia alpina* est une espèce montagnarde, sporadique, confinée au-dessus de 1 600 m d'altitude. En revanche, l'espèce semicosmopolite d'Europe, *Polycelis felina*, dans sa variété *borellii*, peuple en abondance les rivières de moyenne

altitude et les sources. Trois stations épigées, situées au contact ou au voisinage immédiat des eaux souterraines, ont été choisies pour servir de base de référence lors de l'étude des biotopes peuplés par les Tricladés hypogés. Ces stations sont limitées aux régions sud et ouest du Saint-Gironnais.

1 — Le Nert, rivière de moyenne altitude, à bassin versant d'étendue réduite, ne se distingue guère des cours d'eau de même type existant dans les Pyrénées (étudiés par les Limnologues toulousains).

Les données physico-chimiques obtenues proviennent essentiellement de mesures effectuées en une même station analysée de façon régulière en raison des prélèvements hebdomadaires de faune interstitielle qui ont été pratiqués (GOURBAULT et LESCHER-MOUTOUÉ, 1967 et 1968); les autres stations n'ont donné lieu qu'à des relevés sporadiques.

L'amplitude annuelle des températures est de 9,6 °C (min. 4 °C, max. 13,6 °C) et l'amplitude thermique pour 24 heures est inférieure à 2 °C (le maximum est atteint vers 16 h 30). La température (figure 1) baisse sensiblement lors des crues. Celles-ci sont fréquentes et se répartissent en deux périodes : l'une pendant les mois de décembre et de janvier, l'autre en fin de printemps, pendant les mois de mai et juin.

La faible minéralisation relevée paraît liée au fait que les eaux du bassin d'alimentation ne traversent que sur un bref parcours les dolomies de la série carbonatée représentée dans la vallée. La résistivité ρ rend compte de la quantité de sels dissous; ses valeurs augmentent considérablement lors des fortes précipitations atmosphériques (11 406 Ω -cm à 20 °C). *Polycelis felina borellii* s'y récolte en toute saison.

2 — Le ruisseau l'Escalette reçoit, dès l'altitude de 480 m, de multiples apports d'eau correspondant aux exutoires du système karstique dont dépend la grotte du Goueil-di-Her (LESCHER-MOUTOUÉ et GOURBAULT, 1970). La station étudiée, G1 (figure 2), représente le biotope le moins stable envisagé; ses paramètres subissent d'importantes variations et il aurait pu offrir des conditions de vie limite pour l'espèce.

L'amplitude annuelle de la température est de 12 °C (min. 7,3 °C, max. 14,9 °C). Les variations journalières ne dépassent pas 2 °C. Le taux de minéralisation est souvent triple pour l'Escalette de ce qu'il est pour le Nert (ρ à 20 °C = 2795 Ω -cm en étiage, 3843 Ω -cm en crue).

3 — Plusieurs résurgences qui s'écoulent directement dans l'Escalette au lieu-dit Bernatas constituent une partie des exutoires du système karstique du Goueil-di-Her.

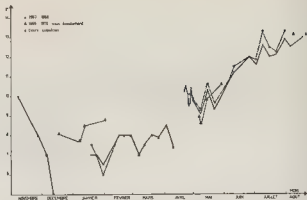


FIG. 1. — Température de l'eau du Nert au niveau de la station 16. Valeurs instantanées relevées pour le sous-écoulement et pour le cours subaérien.

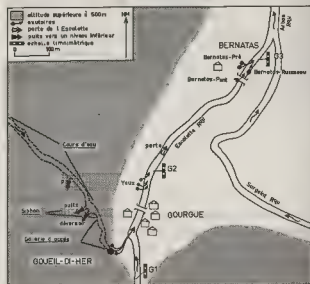


FIG. 2. — Situation de la grotte du Goueil-di-Her et de ses principales résurgences.

L'une de ces sources, qui peut s'assécher lors d'étés exceptionnellement secs (le 21.IX.1970), jaillit en prairie à l'altitude de 435 m sur la rive gauche du ruisseau; comme ce dernier, elle est peuplée par *P. felina borellii*.

L'amplitude annuelle de la température est de 3,4 °C (min. 7,3 °C, max. 10,7 °C) et les variations journalières de l'ordre de 0,6 °C. L'analyse de l'eau fournit des résultats comparables à ceux obtenus pour l'Escalette, et ρ varie, à 20 °C, de 2730 à 4972 Ω -cm).

4 — Dans l'ensemble, la multiplicité des stations de *Polycelis felina* et la diversité de leurs caractéristiques

rendent compte de la tolérance de cette espèce qui requiert une température optimale voisine de 10 à 11 °C (température limitante de l'ordre de 20 °C) mais peut très bien supporter une variation thermique journalière de 2 à 5 °C, et une variation thermique annuelle de 10 à 12 °C.

Les valeurs du pH et de la teneur en oxygène dissous subissent des variations analogues dans les trois stations. Les premières sont comprises entre 7,8 et 8,4; la seconde oscille entre 8 et 11.

Une notable différence s'observe au niveau des mesures calculées pour la résistivité et l'alcalinité. Ceci tient essentiellement à la nature géologique des terrains sur lesquels circulent les cours d'eau, étroitement soumis par ailleurs aux conditions atmosphériques extérieures.

La minéralisation moyenne des eaux du massif calcaire d'Arbas correspond à des valeurs de la résistivité de l'ordre de 3 000 Ω -cm environ à 20 °C. Le taux de minéralisation est faible pour le Nert qui, même en période d'étiage, n'atteint pas celui de l'Escalette en crue. Le titre hydrotimétrique suit cette même règle; aussi, au niveau du Nert, les valeurs obtenues sont-elles deux à trois fois inférieures à celles des eaux de l'Escalette qui sont situées entre 14 et 16°. La dureté totale exprimant les mêmes éléments que l'hydrotimétrie, les différences observées demeurent constantes.

L'habitat le plus stable observé pour *Polycelis felina* se trouve réalisé en front de source; la source représente en effet un milieu limite entre le monde épigé et le domaine souterrain (VANDEL, 1964).

II. — SUR LES DIFFÉRENTS HABITATS DES TRICLADES DANS LES EAUX SOUTERRAINES CONTINENTALES (1)

Ces eaux, qui constituent par définition l'habitat des Planaires hypogées, peuvent être classées suivant la nature de leur terrain support, ce qui permet la

distinction entre les terrains perméables en petit d'une part, aquifères à perméabilité d'interstices, et les terrains perméables en grand d'autre part, à perméabilité de fissures (DAUBRÉE, 1887). Parmi ces terrains, je n'ai eu à m'intéresser qu'aux seuls terrains karstiques.

CVIČIK (1918) divise un système karstique en plusieurs zones superposées caractérisées par la circulation des eaux souterraines. GÈZE (1958 et 1965) en une récente mise au point, rappelle l'existence d'une zone supérieure généralement sèche ou à écoulement libre, où prédomine le mouvement vertical des eaux. La zone moyenne, tantôt à écoulement libre tantôt à conduites forcées, zone d'oscillation aquifère, de circulation permanente où prédomine l'écoulement subhorizontal des eaux en direction des sources, est le domaine des rivières souterraines. Enfin une zone inférieure, constamment noyée avec eau statique « dormante », peut parfois atteindre un grand développement.

La distinction entre réseau de fentes et de fissures, et réseau de conduits a été reconsidérée par RENAULT (1959 et 1970) après que les premiers Biospéléologues aient attiré l'attention sur l'importance de ces réseaux pour la délimitation des biotopes souterrains.

1) La récolte des Triclares dans ces deux types d'aquifères est liée à diverses techniques.

La plus simple de ces techniques de récolte consiste en la chasse à vue qui peut se pratiquer en grotte, dans les gours peu profonds, dans les sources et les captages. Les animaux rampent sur le fond, les parois, la surface des pièces d'eau ou bien encore se logent sous les pierres. Ils sont prélevés au moyen d'un pinceau, aspirés grâce à une pipette, ou recueillis dans un petit filet. Cette méthode ne permet pas de récolter un très grand nombre d'individus.

— Les balances appâtées, de type classique décrites par JEANNEL (1926) ou CHAPPUIS (1950), concentrent la faune des puits maçonnés et en eau profonde. La faune hypogée est également recueillie dans les puits tubés, dits puits Norton, qui consistent en de simples forages destinés à fournir de l'eau de consommation ou d'irrigation (dès 1894, CHILTON les utilise pour la prospection des eaux souterraines).

— Lors des périodes de hautes eaux, les sources sont filtrées au moyen de grands filets en soie à bluter à mailles fines, montés sur armature souple.

(1) Terme usité par opposition à celui d'eaux souterraines littorales à la suite de DELAMARE DEBOUTTEVILLE (1960).

— Le procédé de sondage Karaman-Chappuis (KC) (CHAPPUIS, 1942), remarquable par sa simplicité, est utilisé pour les recherches sur la faune interstitielle des alluvions perméables des rivières. Il consiste à creuser un trou dans les sédiments émergés, jusqu'à l'eau épuisée au fur et à mesure de son arrivée et versée dans un filet à plancton.

— Enfin, la méthode de pompage due à BOU et ROUCH (1967) procède du même principe que les puits tubés et que l'appareil mis au point par DELAMARE DEBOUTTEVILLE (1954), mais permet, du fait de sa grande maniabilité, la prospection des milieux d'interstices, en dehors des plages et des bancs de graviers exondés auxquels doit se limiter le sondage KC. J'utilise toujours cette technique après introduction d'un appât dans les tubes; cet appât consiste en de la rate de bœuf dont le sang diffuse rapidement et attire en quelques heures les animaux.

2) A l'analyse des données bibliographiques, il apparaît qu'aucune recherche écologique ne porte sur les Paludicoles hypogés; seules quelques rares indications sont fournies sur les lieux de capture.

Toutefois, la présence de ces formes dans le milieu souterrain est connue, non seulement au niveau des cavités situées dans les massifs calcaires, mais encore dans les nappes. C'est consciente de cette vaste dispersion au sein des eaux souterraines continentales que j'ai entrepris l'étude de l'habitat des Tricladés, en tenant compte, pour le domaine karstique, des processus d'approche envisagés par ROUCH (1968 et 1970) qui prône le cadre de classification en zones superposées caractérisées par la nature de l'écoulement des eaux, en même temps qu'il réfute le principe qui consiste à étudier les seuls aspects présentés par ces mêmes eaux à l'intérieur des grottes; de ce fait, se trouve élargi le champ d'investigation concernant la faune souterraine.

III. — HABITAT DES PLANAIRES EN MILIEU PERMÉABLE EN PETIT

Les aquifères à perméabilité d'interstices peuvent présenter de multiples aspects; je n'envisagerai que

les seuls sous-écoulements de rivières, biotopes hyporhéiques selon ORGHIDAN (1959) et les nappes correspondant à l'ensemble de l'eau saturant la couche aquifère qui les définit, milieu hypotelminorhéique (MEŠTROV, 1962) inclus.

1. LE SOUS-ÉCOULEMENT DES RIVIÈRES.

Le Nert a été pris comme exemple pour l'analyse des paramètres caractéristiques des sous-écoulements. Les différents prélèvements effectués en 17 stations le long des 8 km prospectés et 114 pompages réalisés en une même station ont permis de formuler un certain nombre de conclusions.

a) Caractéristiques physico-chimiques.

Du fait de son étroite vallée encaissée, creusée dans une série carbonatée dévonienne, le Nert ne semble avoir permis en aucun point de son cours le développement d'une nappe alluviale; en prairie, dans sa partie la plus large, les sondages effectués n'ont jamais rencontré l'eau (les forages creusés de 1 à 10 m de distance de la berge atteignent la profondeur de 2 m au-dessous du niveau du lit du ruisseau).

Le relevé des températures (figure 1) indique un maximum de 13,2 °C, un minimum de 5 °C, d'où une amplitude annuelle de 8,2 °C. Ces résultats, comparés à ceux obtenus pour le cours d'eau subaérien, laissent apparaître que les mesures sont identiques à certaines époques (en période hivernale, la température du sous-écoulement est supérieure d'un demi degré à celle du ruisseau; lorsque la température extérieure se réchauffe, le phénomène s'inverse et l'eau du sous-écoulement présente environ un degré de moins que celle du ruisseau). En plus de ces variations saisonnières, la température du sous-écoulement présente des variations journalières en relation directe avec les changements de température du cours aérien.

Au niveau des analyses chimiques, la circulation souterraine de l'eau n'entraîne de modifications que

pour les mesures de résistivité qui sont toujours inférieures à celles du ruisseau (min. 5682 Ω -cm, max. 9 900 Ω -cm à 20 °C).

b) Etude du peuplement.

Le sous-écoulement abrite une faune riche. Il est peuplé de façon continue mais non pas homogène; quelques stations s'avèrent particulièrement favorables au développement d'une biocénose caractéristique. Au sein de celle-ci, certains des taxa récoltés avaient déjà été signalés dans les nappes alluviales, ce sont les Copépodes et les Microparasellides. En revanche, des populations d'espèces de la macrofaune tenues pour des formes rares et inféodées aux eaux de grottes, sont mises en évidence pour la première fois et en grand nombre (3 600 Isopodes du genre *Stenasellus* sont recueillis en une année, en un même biotope).

Trois espèces de Tricladés sont présentes dans le sous-écoulement : des *Phagocata* peuplent les stations de l'amont du cours d'eau, *Atrioplanaria delamarei* les stations intermédiaires et *Plagnolia vandeli* la partie de l'aval du Nert.

C'est cette dernière espèce qui a fait l'objet d'une étude suivie en deux points de prélèvements d'une même station; le premier se situe à 1,10 m de profondeur (tube 1), le second à 0,70 m (tube 2). Bien que peu abondantes les Planaires sont récoltées régulièrement, mais 68 individus proviennent des pompages du tube 1 et 17 seulement du tube 2 (figure 3).

Le tube 1 a ainsi fourni 80 % du total des récoltes, ce qui indique l'horizon préférentiel fréquenté par cette espèce. La température ne peut expliquer cette localisation et il apparaît par ailleurs, à ce niveau, un appauvrissement de la macrofaune représentée par les *Niphargus* (48 individus) et *Stenasellus* (622 individus) que l'on récolte en abondance au tube 2 (484 *Niphargus*, 2 976 *Stenasellus*). En raison des faibles besoins alimentaires des Tricladés hypogés, la prédation ne peut être tenue pour responsable de cette manifestation; la très grande concentration des Crustacés à la profondeur de 0,70 m semblerait néfaste à l'implantation des Tricladés.

Aucune variation quantitative saisonnière ne s'observe pour la faune qui disparaît toutefois des récoltes en périodes de crue; en effet, les Tricladés ne viennent plus aux appâts, alors que de profonds remaniements se produisent dans les sédiments immergés. Cette disparition provisoire de certains groupes de l'interstitiel proche de la surface a été signalée par ANGELIER (1953, p. 96) qui l'explique par une migration en profondeur, migration qui correspondrait à l'apparition de ces mêmes formes au niveau des puits par exemple. MOTAS et SERBAN (1964) discutent cette interprétation, tout en soulignant au contraire le fait que, lors des crues, la faune se trouve entraînée en surface par la force de l'eau. Or, la technique du pompage, utilisée pour le Nert, permet d'accéder même pendant les crues au sous-écoulement, ce que n'autorisent pas les sondages creusés sur les berges submergées par périodes. L'appauvrissement de la faune, lors des crues, est donc un phénomène effectif et non pas imputable à l'emplacement des prélèvements dans le cas précis de cette étude.

Les *Plagnolia* recueillies sont rarement au stade de grand immature et les formes sexuées représentent 57 % de la totalité des récoltes. Les cocons semblent absents de ce biotope; je n'ai jamais pu en observer dans les sédiments rejetés par la pompe. De très jeunes individus ont cependant été récoltés dans le sous-écoulement, ce qui plaide en faveur de la présence de populations en place au sein des sédiments immergés sous le lit des rivières.

Les populations les plus importantes sont constituées par les Crustacés; pour la macrofaune, l'association *Stenasellus-Niphargus* semble établie en de nombreux points de l'inferoflux et des *Plagnolia* participent fréquemment à cette association. La biocénose ainsi réalisée demeure stable au cours des saisons et se développe largement au sein du milieu interstitiel.

Les principaux résultats obtenus à la suite de l'étude du Nert ont été vérifiés dans le cas du sous-écoulement d'autres rivières pyrénéennes.

Dans les vallées du Volp, de l'Hers, de l'Aude (ainsi que dans celle du Tarn) de semblables et riches

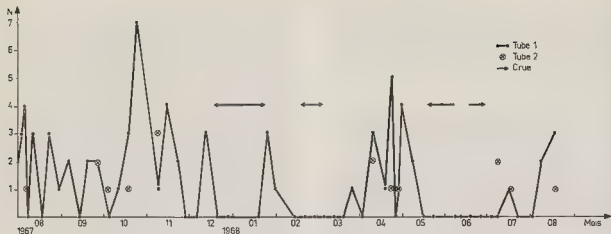


FIG. 3. — Variations, en fonction du temps, du nombre N. de *Plagnolia vandeli* récoltées. La ligne brisée traduit les résultats obtenus pour le tube 1 et les points isolés pour le tube 2; les points zéro, reportés en ordonnée, indiquent le nombre de prélèvements négatifs.

biocénoses peuvent être mises en évidence dans le milieu interstitiel. *Dendrocoelum lescheræ* se récolte dans l'inferoflux du Volp et *Phagocata vittæ* peuple celui des trois autres cours d'eau.

2. LES NAPPES.

Bien que ce soit à leur niveau que les Planaires aient pu être mises en évidence, pour la première fois, dans les terrains perméables en petit (MONIEZ, 1888), leur étude demeure très fragmentaire.

Quelques espèces de Triclades ont été récoltées (GOURBAULT, 1971) dans les nappes accessibles par des puits : *P. vandeli* (nappe alluviale du Salat), *Dendrocoelum regnardi* (nappe alluviale du Tarn et nappes molassiques de l'Albigeois), *Dendrocoelum polymorphum* (nappe de Dobroudja, en Roumanie) et *P. vittæ* (nappe alluviale de l'Isère).

Cette dernière espèce peuple fréquemment les nappes drainées par des sources (Fontaine des oiseaux, sources de Durban et de la forêt de Callong, Ariège) ainsi que le milieu hypotelmiorhéique, aquifère d'interstices, superficiel. *Atrioplanaria delamare* apparaît dans deux sources temporaires ariégeoises (Durban-sur-Arize et Campet) et *Dendrocoelum tuze-*

tae colonise en certains points les nappes de l'Aude (Mathalis et Callong).

Toutefois, jusqu'à ce jour, aucune technique de récolte n'a rendu possible l'analyse quantitative des populations de Triclades vivant au sein des nappes.

La prospection des sources et des puits permet d'aborder uniquement l'aspect qualitatif de la faune.

IV. — HABITATS DES TRICLADES AU NIVEAU DES KARSTS

Dans les terrains perméables en grand constitués par des roches compactes dont les vides sont essentiellement formés par des fissures ouvertes, les Planaires se rencontrent dans les formations calcaires. Pendant longtemps, à l'intérieur de ces karsts, les Biospéléologues se sont limités à l'observation des collections d'eau accessibles dans les grottes, sans envisager le peuplement du massif dans son ensemble. Les récents travaux de ROUCH (1968 et 1970) ont montré que ces collections d'eau ne représentent qu'une faible partie de l'habitat des animaux aquatiques souterrains; chaque zone d'un karst cons-

titue un habitat différent qui requiert des méthodes d'études et des techniques de récoltes appropriées.

Aussi cette zonation est-elle utilisée comme cadre pour l'étude du peuplement des karsts.

Comme pour les recherches portant sur les nappes, la difficulté majeure réside dans l'impossibilité d'accéder directement au biotope dans la plupart des cas. Les grottes recoupant la zone du massif traversée par les infiltrations et celles qui se situent dans la partie du karst où prédomine l'écoulement subhorizontal des eaux offrent le moyen d'atteindre seulement une fraction des circulations du système. Les Triclades s'observent dans ces différents types de circulation.

A. HABITATS EN ZONE SUPÉRIEURE OU D'INFILTRATION

Je me suis particulièrement intéressée à l'habitat de *Plagnolia vandeli* car cette espèce qui, comme nous l'avons vu, peuple les sous-écoulements du Nert et la nappe alluviale du Salat, se rencontre dans quatre grottes des Pyrénées centrales (fig. 4).

La première de ces cavités est le gouffre du Plagnol de la Plagne, situé dans la partie nord du massif de Sourroque d'où provient le type de l'espèce.

1) *Le gouffre du Plagnol de la Plagne* : commune et canton de Saint-Girons, Ariège.

Cette grotte (1), visitée à de multiples reprises, abrite une faune aquatique composée, outre *Plagnolia vandeli*, de l'Oligochète *Haplotaxis (Pelodrilus) leruthi* (Hrabě) et de Crustacés : les Cyclopides sont représentés par des formes épigées uniquement, les Harpacticides comptent quatre espèces dont une seule hypogée, *Nitocrella subterranea*; enfin, *Stenasellus virei hussoni* et *Niphargus gineti* sont peu abondants.

En dehors des périodes de fortes précipitations atmosphériques où l'eau de ruissellement s'engouffre directement dans le puits, la grotte paraît alimentée par une nappe qui se développerait dans la partie supérieure des formations détritiques de l'Albien, atteignant le réseau de fentes contigu; cette nappe diffère de la circulation superficielle dont elle semble séparée par une couche imperméable.

La température du ruisseau présente en cours d'année des variations dont l'amplitude n'atteint pas

(1) Il s'agit d'une perte, c'est-à-dire d'un point d'absorption à la surface du karst. Les eaux du Plagnol rejoignent rapidement les galeries subhorizontales du gouffre du Sauvajou.



FIG. 4 — Situation des différents habitats de l'espèce *Plagnolia vandeli*; distribution dans les Pyrénées centrales

2,5 °C; son maximum est de l'ordre de 9,6 °C (le 31-VIII-1965) son minimum de 7,2 °C (le 16-XI-1970). Toutefois, la neige pénétrant dans le gouffre à certaines périodes hivernales, il est probable qu'elle entraîne un refroidissement plus important; elle rend la grotte d'un accès difficile.

Les différences de température enregistrées aux divers niveaux du ruisseau sont faibles, d'un à deux dixièmes de degré en moyenne. Une analyse de l'eau a été effectuée en période d'étiage (le 28-VIII-1970) et après une récente alimentation en eau de la grotte; les résultats sont les suivants :

Dates	TAC	TH total	TH Ca ⁺⁺	TH Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁼⁼	SiO ₂ ⁼⁼	O ₂ ppm	ρ à 20°C	t °C
28.VIII.1970	14,4	15	15	1	27	2,8		3 346	8,2
16.XI.1970	14	16	16	0,5	38	2,4	8	3 130	7,2

A partir de l'année 1962, en moyenne deux fois par an, j'ai effectué des prélèvements de Tricladés dans cette grotte. Pour une récolte maximale des individus, la chasse à vue est une technique suffisante dans ce cas étant donnée la constitution du biotope où aucun remplissage important n'existe. Les

résultats numériques des divers prélèvements sont reportés dans le tableau I.

Il est tenu compte pour chaque récolte du nombre d'individus sexués et de régénérats recueillis. Les cas anormaux consistent en général en des fragments et les régénérats portent alors trace d'un appareil copulateur.

Il est intéressant de signaler la récolte du 16-XI-1970 qui se situe après une longue époque de sécheresse, au début de la période d'écoulement rapide des circulations souterraines. Les individus récoltés proviennent alors directement de ce que je suppose

constituer le biotope primitif des Planaires du Plag-ayant régénéré une seconde partie caudale ou encore présentant deux têtes.

Il apparaît immédiatement à l'observation de ce tableau que le nombre de *Plagnolia* sexués capturés dans la grotte est très faible, nettement infé-

TABLEAU I
Recensement des Plagnolia vandeli récoltées par chasse à vue dans le gouffre du Plagnol de la Plagne

Dates des récoltes	Température en °C	N individus sexués	N individus immatures	N régénérats	Cas teratologiques	Total
19.VI.1962			48	7		55
23.XI.1962			6	2		8
1.VI.1963			34	15	5	54
1.XI.1963	8,4		43	18		61
1.III.1964		4	28	15		47
31.VIII.1965	9,6	4	20	12		36
25.II.1966	7,8	8	38			46
28.VI.1967			32	4		36
24.X.1967	8,6		3	2		5
16.I.1968	7,8	4	20	3		27
4.VII.1968		5	38	7	1	51
24.VII.1970	8,3	7	33	19		59
28.VIII.1970	8,2	4	2	1		7
16.XI.1970	7,2	16	14	7		37
Total		52	359	112	6	529
%		9,8	67,9	21,2	1,1	

rieur à celui des individus s'étant sectionnés. En effet, les régénérats atteignent 21,2 % du total des individus récoltés, alors que les sexués ne constituent que 9,8 % du lot. La grande majorité des formes (67,9 %) consiste en des individus ne possédant pas la moindre différenciation sexuelle et dont la taille moyenne est de $7,8 \times 2$ mm.

Les individus en régénération sont indifféremment des régénérats de fragments antérieurs ou postérieurs; la scission peut se produire chez les individus sexués gnoi de la Plagne et ne sont pas des individus qui ont préalablement séjourné dans le ruisseau, qui ne serait qu'un habitat secondaire et même de simple transit. Ceci se traduit par un pourcentage plus élevé d'individus sexués, comparé à celui obtenu lors des récoltes en basses ou moyennes eaux. Le fait que les sexués soient très peu représentés en général permet de supposer que nous sommes en présence de conditions de maintien précaire pour les Tricladés.

On retrouve une parfaite analogie de situation au niveau des Oligochètes qui représentent les proies les plus facilement accessibles aux Planaires.

En résumé, le gouffre du Plagnol de la Plagne constitue un lieu de capture relativement facile d'accès de l'espèce hypogée *Plagnolia vandeli*. De l'étude des différentes récoltes que j'y ai effectuées, il résulte qu'il n'y a pas à ce niveau de populations en place; mais il est impossible de définir le lieu d'origine des formes hypogées qui s'y rencontrent. Une interprétation plausible permet d'admettre que les hôtes de cette station se localiseraient dans le système de fentes réalisé dans cette partie supérieure du massif, au contact des formations détritiques de l'Albien. La grotte, dans ce cas particulier, est une des voies empruntées par quelques groupes zoologiques (*Pelodrilus*, *Stenasellus*) qui se déplacent (de façon active ou passive) à l'intérieur du massif karstique.

2) *Le gouffre du Sauvajou* : commune d'Eycheil, canton de Saint-Girons, Ariège.

Constitué par une succession de puits et de galeries atteignant la profondeur de — 230 m, ce gouffre s'ouvre au voisinage de celui du Plagnol de la

Plagne, au contact des calcaires aptiens et des marbres de l'Aptien supérieur-Albien du massif de Sourroque. L'exutoire du système se situe au niveau de la rivière le Lez, à la fontaine de Ribens (Aubert). D'un simple point de vue topographique, la première partie du gouffre rappelle les conditions que l'on observe au Plagnol; c'est une cavité le long de laquelle s'effectue une infiltration rapide des eaux issues de la surface. En revanche, le collecteur situé plus profondément dans le karst, se rapproche de la grotte du Goueil-di-Her qui correspond à un drain pénétrable du réseau Trombe.

La perte proprement dite renferme une faune épigée, à l'exception de *Niphargus gineti*, très localisé et qui ne se retrouve pas dans la partie profonde de la grotte.

Le collecteur abrite une faune hypogée voisine de celle du Plagnol (*S. virei hussoni*, *H. leruthi*, *Ceuthonectes gallicus* Chappuis); Bou a pu y récolter plusieurs individus sexués appartenant à l'espèce *P. vandeli*. Les remplissages de limous sont très faibles tout au long de la perte, alors que les épaisseurs d'alluvions sont de l'ordre de 3 à 4 m dans la salle du collecteur; au niveau de ces remplissages alluvionnaires, parcourus par le ruisseau souterrain, se constitue un peuplement de type interstitiel.

3) *Les grottes de Riusec* : commune de Razecveillé, canton d'Aspet, Haute-Garonne.

Deux cavités voisines s'ouvrent aux altitudes de 1335 et 1350 m dans la partie supérieure du massif du Haut-Comminges (TROMBE, 1943). Ces grottes, qui se développent dans la zone supérieure du massif karstique, sont alimentées en eau par infiltration directe à travers les calcaires et par écoulement de l'aquifère réalisé au niveau de l'Albien. Comme dans le cas du Plagnol, c'est dans ces nappes et dans le réseau de fentes du système que pourrait se trouver le peuplement initial d'où proviennent les *Plagnolia* associées aux *H. leruthi* capturés à Riusec.

4) Mes prospections au niveau des karsts ont été plus particulièrement fréquentes dans le Sud de la

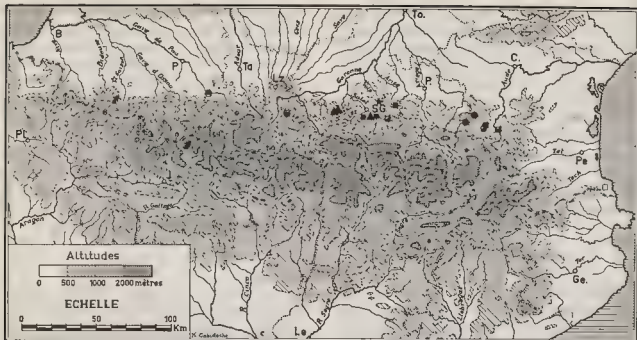


FIG. 5. — Carte de répartition des Triclades hypogées dans les Pyrénées.

d'Est en Ouest : *D. (Amyadenium) vandel*, *P. (Fonticola) vitia*, *D. (Dendrocoelides) tuzetae*, *Atrioplanaria delamarei*, *D. (Dendrocoelides) lescherae*, *Plagnolia vandel*, *D. (Amyadenium) chattoni*, *D. (Amyadenium) beauchampi*, *D. (Amyadenium) brementii*, *D. (Dendrocoelides) coiffaiti*.

France (fig. 5). En ces régions, la présence des Triclades se signale comme un phénomène sporadique : *D. (Amyadenium) beauchampi* se capture dans de petites collections d'eau, alimentées par un faible ruissellement qui s'écoule dans la partie basse de la grotte de Montalibet (commune de Peyrouse, canton de Saint-Pé-de Bigorre, Hautes-Pyrénées). Cette espèce a été également récoltée dans un « gour » proche de l'entrée de la grotte de Bétharram (commune d'Arthez-d'Asson, canton de Nay-Ouest, Pyrénées-Atlantiques), alors qu'au niveau de la rivière souterraine qui parcourt l'étage inférieur, seule l'espèce épigée *P. felina* est représentée. *D. (Amyadenium) brementii* a été décrit d'un habitat semblable, dans la grotte d'Oxibar (commune de Camou-Cihigue, canton de Tardets-Sorholus, Pyrénées-Atlantiques) où toutefois je ne l'ai jamais retrouvé. Enfin dans la perte d'Ainharp (commune d'Ainharp, canton de Mauléon, Pyrénées-Atlantiques), perte rappelant par sa constitution le gouffre du Plagnol de la Plagne,

se récolte régulièrement *Dendrocoelum coiffaiti*; ce ruisseau coule souvent directement sur la roche où se sont individualisées quelques cuvettes à très faible remplissage; les Triclades, toujours très rares, se situent alors dans un habitat transitoire qui ne permet aucune extension.

Cependant, quelques visites de cavités, en Roumanie, m'ont permis de me rendre compte de la richesse de la faune des Triclades de cette partie des Carpathes où de nombreuses espèces sont susceptibles d'habiter les zones supérieures des massifs karstiques. Tel est le cas, par exemple, pour *Dendrocoelum orghidani* et *D. stenophallus* capturés respectivement dans une grotte du Banat et deux grottes d'Olténie.

5) En conclusion, dans la majorité des cas, les stations localisées dans la zone supérieure des karsts constituent un habitat souvent transitoire où la biocénose ne peut se développer et se maintient tempo-

rairement; les peuplements des gours se font et se défont en fonction de l'importance des infiltrations qui assurent la présence de la faune aquatique à ce niveau.

B. HABITATS EN RIVIÈRES SOUTERRAINES.

En revanche, il est certain que les rivières souterraines peuvent réaliser des milieux particulièrement favorables à l'implantation et au développement des Tricladés; les remplissages alluvionnaires reproduisent à l'intérieur des karts les conditions offertes par les formations en terrains perméables en petit.

La grotte du Goueil-di-Her illustre remarquablement ce type d'habitat. Cette cavité se développe à la base du massif karstique d'Arbas (commune d'Arbas, canton d'Aspet, Haute-Garonne). La galerie d'accès est une galerie de trop-plein, séparée du ruisseau pérenne par une voûte mouillante. De ce fait, trois parties ont été distinguées pour l'étude de la grotte (LESCHER-MOUTOUÉ et GOURBAULT, *op. cit.*): la galerie de trop-plein, la voûte mouillante où l'écoulement s'effectue en conduite forcée, et le ruisseau à écoulement libre. Ce dernier n'est pas accessible en temps normal et les prélèvements ne peuvent se pratiquer que dans les premiers 250 m, un bief profond rendant difficile ensuite toute progression. La faune y est riche et diversifiée; 29 espèces aquatiques ont pu être identifiées outre les Tricladés (les Hydrariens demeurent indéterminés).

En période d'étiage, seule époque pendant laquelle le ruisseau souterrain est accessible, le débit est de l'ordre de 15 à 20 l/s, pour un tirant d'eau d'environ 10 cm. Lors de violents orages, ou au moment de la fonte des neiges, on observe de brutales mises en charge à la suite desquelles l'eau peut atteindre une vingtaine de mètres de hauteur dans cette partie profonde, envahir la galerie d'accès et parfois même jaillir par le porche d'entrée. Une étude suivie, portant sur une année, a permis d'une part d'estimer la fréquence des phénomènes de crue et, d'autre part, d'évaluer les variations de l'extension des mises en charge de la galerie d'accès. L'exutoire de ce système

karstique apparaît complexe et comprend un certain nombre de sources étagées le long du cours du ruisseau subaérien de l'Escalette.

Dans la grotte, le cours d'eau à régime torrentiel présente un cycle annuel saisonnier illustré par les variations des caractéristiques physico-chimiques. Chaque crue détermine également une modification rapide des divers paramètres. L'amplitude thermique annuelle de l'eau au niveau de la voûte mouillante est de 1,4 °C (7,2 à 8,6 °C); les valeurs absolues de la résistivité varient de 2 548 à 5 892 - Ω cm à 20 °C. L'analyse de l'eau de la grotte le 30-VI-1970 indique: TAC, 13; TH total, 16; TH Ca^{++} , 13; TH Mg^{++} , 3; SO_4^{--} , 40 et SiO_2^- , 3 mg/l; O_2 , 11 ppm; pH, 7,9.

Bien que ces conditions peu stables ne semblent guère propices à l'établissement de populations hypogées, il a été possible de mettre en évidence une riche association d'espèces aquatiques puisque près de 15 000 Crustacés et 300 *Plagnolia* ont été capturés en 176 prélèvements effectués par différentes méthodes de récoltes qui soulignent les biotopes préférentiels de chaque espèce.

Ainsi, au niveau du ruisseau, 10 % des Planaires sont recueillies par chasse à vue. Leur présence est rare dans le domaine interstitiel marginal puisque seulement 3 % des individus sont obtenus par sondage KC. En revanche, le sous-écoulement au sens strict, à forte porosité, convient parfaitement au développement de l'espèce: 50 % des *Plagnolia* proviennent de l'interstitiel proche de la surface et 37 % du même biotope, mais à une profondeur de 30 à 40 cm.

Certaines stations se sont montrées particulièrement favorables à la présence d'une concentration d'individus. La première station (15) consiste en une laisse d'eau du ruisseau, située au pied d'une concrétion, très faiblement alimentée par un diverticule du cours d'eau. J'ai recensé au total 58 individus vivant dans les premiers centimètres du remplissage, ainsi que 5 *Stenasellus*. En une autre station (35) des pompes ont été effectués dans le sous-écoulement du ruisseau, à la profondeur de 40 cm. Ce biotope s'est avéré d'une richesse exceptionnelle; j'y obtenais 96

TABLEAU II

Pourcentage du nombre de *Plagnolia* capturées en fonction de la méthode de récolte utilisée

Méthodes de récoltes	% individus sexués	% individus immatures	% régénérats
Chasse à vue	40	53,3	6,6
Balances	38,2	61,8	-
Sondages (+ appâts)	33,3	66,6	-
Pompages (+ appâts)	41,6	54	4,4
% total des individus	39,5	58,2	2,3

P. vandeli, 92 *Stenasellus* et 44 *Niphargus*, soit respectivement 31,6 %, 29,8 % et 52,4 % du total des récoltes pour chaque groupe. Enfin, la dernière station (39) fournissait 43 (+ 14 par chasse à vue) Planaires, 15 *Stenasellus* et 2 *Proasellus*. A ce niveau, le ruisseau s'étale largement dans la galerie, avant le bief profond du passage Dufour. Il ne m'a pas été possible toutefois de mettre en évidence un quelconque facteur pouvant expliquer la localisation de la faune et sa forte densité en ces points.

Il n'existe pas, chez *Plagnolia*, de biotope préférentiel en relation avec l'âge des individus (tableau II) alors que ceci s'observe pour *Stenasellus* par exemple, dont les formes jeunes peuplent de préférence l'interstitiel à caractère relativement stable.

Pour la totalité des récoltes au niveau du ruisseau souterrain le nombre d'individus sexués atteint 39,5 % (ce pourcentage, dans le cas de la perte du Plagnol de la Plagne est, rappelons-le, de 9,8 %). Il semble donc que le ruisseau souterrain du Goueil-di-Her, en raison du remplissage et des conditions écologiques qu'il offre, permette l'établissement et le maintien de populations normales de Triclades.

Ces populations cohabitent avec celles d'autres groupes de Crustacés composant la macrofaune, *Stenasellus*, *Proasellus* et *Niphargus*. Les *Niphargus* peuplent exclusivement l'interstitiel alors que les *Stenasellus* peuvent être parfois récoltés en eau libre où vit toujours *Proasellus*. Enfin, les *Pelodrilus* constituent dans le ruisseau souterrain un peuplement important. Je les ai observés à tous les niveaux de la galerie jusqu'à 2 m de hauteur dans les placages

argileux (associés aux *Stenasellus*). Le 15-X-1969 étaient récoltés (coll. F. Lescher-Moutoué) deux cocons enfouis à 3 cm de profondeur dans les limons de crue déposés sur les parois à 1,20 m au-dessus du niveau d'étiage du ruisseau, ce qui permet d'admettre que les *Pelodrilus* sont parfaitement capables de se reproduire dans ce milieu.

Les *Plagnolia* se rencontrent encore dans les sédiments immergés au niveau du siphon alimenté par un diverticule du ruisseau. En revanche elles n'ont jamais été recueillies dans les laisses d'eau de la galerie d'accès, ni dans les filtrages des exutoires qui, comme l'a montré une série de colorations, sont répartis le long du cours du ruisseau l'Escalette.

L'adaptation à la vie interstitielle, liée à la possibilité d'adhérer fortement au substrat va permettre aux Planaires de se maintenir dans le biotope souterrain et de ne pas être entraînées au moment des crues, comme le sont beaucoup d'autres formes vivant en eau libre et recueillies par filtrage aux exutoires du système.

Aussi les Triclades s'observent-ils dans les rivières souterraines qui parcourent un certain nombre de grottes. *D. (Amyadenium) chattoni* se récolte dans la grotte de l'Eglise à Bas-Nistos (commune de Nistos, canton de Saint-Laurent de Neste, Hautes-Pyrénées) et dans une proche galerie de captage. *Dendrocoelum regnardi*, établi dans les eaux souterraines du Sud-Ouest du Massif central, apparaît dans les grottes de Saint-Géry (commune de Loze, canton de Caylus, Tarn-et-Garonne), de Gourgue de Saint-Antonin (commune et canton de Saint-Antonin, Tarn-et-Ga-

ronne) et de Cabéou (commune de Penne, canton de Vaur, Tarn).

En Roumanie, j'ai retrouvé ce type d'habitat dans la grotte de Ponor-Plopa (Banat) et dans celle de la Mănăstirea Tismana (Olténie)

L'importance du substrat pour la constitution du peuplement des cavités est démontrée par le fait que la plupart des populations s'établissent toujours au sein des sédiments, ce qui explique la richesse de la zone à circulation permanente.

V. — CONCLUSIONS

Il convient d'insister sur le fait que les techniques de récoltes utilisées pour ce travail représentent les seuls moyens d'investigation possibles pour l'étude des habitats des Tricladés hypogés dans les karsts; elles n'offrent aucun moyen d'accès au réseau de fentes qui, à l'instar du milieu interstitiel des rivières souterraines, pourrait être l'un des biotopes fréquentés par les Planaires.

Quoiqu'il en soit, et bien que les Tricladés se rencontrent dans les karsts, indifféremment depuis la zone supérieure d'infiltration jusqu'aux circulations subhorizontales des rivières, c'est seulement à ce dernier niveau que s'observent des populations en place.

Celles-ci, nous l'avons vu, se trouvent également dans l'interstitiel des sous-écoulements de cours d'eau subaériens. Toutefois ne s'observe jamais, semble-t-il, de continuité de peuplement lorsqu'une circulation en terrain perméable en petit succède à une circulation en terrain perméable en grand, alors que les Planaires peuvent peupler ces deux types de milieux souterrains

Une meilleure connaissance de l'habitat de ces espèces tend à prouver que les Planaires ne sont pas limitées à quelques mètres cubes d'eau habitables, comme le supposaient les anciens auteurs (cf. DE BEAUCHAMP, 1932). La mise en évidence de leur mode de vie interstitiel permet d'admettre un peuple-

ment étendu aussi bien au niveau des terrains à perméabilités d'interstices que dans les karsts. Toutefois, des techniques appropriées seront nécessaires pour permettre d'évaluer l'abondance des populations et d'expliquer leur caractère sporadique.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGELIER (E.), 1953. — Recherches écologiques et biogéographiques sur la faune des sables submergés. *Arch. Zool. exp. gén.*, **90** : 37-161.
- BEAUCHAMP (P. de), 1932. — Turbellariés, Hirudinés, Branchiobdellidés. 2^e série. *Biospeologica* LVIII. *Arch. Zool. exp. gén.*, **73** : 113-380.
- BOU (C.) et ROUCH (R.), 1967. — Un nouveau champ de recherches sur la faune aquatique souterraine. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **265** : 369-370.
- CHAPPUIS (P.A.), 1942. — Eine neue Methode zur Untersuchung der Grundwasserfauna. *Acta Sci. Math.*, Kolozsvár, **6** : 3-7.
- CHAPPUIS (P.A.), 1950. — La récolte de la faune souterraine. *Notes biospéol.*, **5** : 7-35.
- CHILTON (C.), 1894. — The subterranean Crustacea of New-Zealand, with some general remarks on the fauna of caves and wells. *Trans. linn. Soc. London*, **6** : 163-284.
- CVILIC (J.), 1918. — Hydrographie souterraine et évolution morphologique du karst. *Rec. Trav. Inst. Géogr. alpine*, Grenoble, **6** : 1-56.
- DAUBRÉE (A.), 1887. — Les eaux souterraines à l'époque actuelle. 2 vol., Dunod, Paris, 455 p.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE (C.), 1954. — Description d'un appareil pour la capture des eaux souterraines littorales sous la mer. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **138** : 711-713.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE (C.), 1960. — Biologie des eaux souterraines littorales et continentales. 1 vol., Hermann, Actual. scient. et industr., 1280, Paris, 740 p.
- GÈZE (B.), 1958. — Sur quelques caractères fondamentaux des circulations karstiques. *Ann. Spéléol.*, **13** : 5-22.
- GÈZE (B.), 1965. — La spéléologie scientifique. 1 vol., Edit. du Seuil, Paris, 190 p.
- GOURBAULT (N.), 1971. — Recherches sur les Tricladés Paludicoles hypogés. *Thèse Doct. Sci. nat.*, Paris, Arch. Centre Document. C.N.R.S., N° A. O.6799, 348 p.

- GOURBAULT (N.) et LESCHER-MOUTOUÉ (F.), 1967. — Sur la faune hypogée peuplant le sous-écoulement d'une rivière de moyenne altitude. *C. R. Acad. Sci., Paris*, **265** : 1813-1816.
- GOURBAULT (N.) et LESCHER-MOUTOUÉ (F.), 1968. — Recherches sur les eaux souterraines — 4 — Etude de la faune hypogée peuplant le sous-écoulement du Nert. *Ann. Spéléol.*, **23** : 735-742.
- JEANNEL (R.), 1926. — Faune cavernicole de la France, avec une étude des conditions d'existence dans le domaine souterrain. *Encyclop. Entomol.*, VII, Lechevalier, Paris, 334 p.
- LESCHER-MOUTOUÉ (F.) et GOURBAULT (N.), 1970 a. — Données préliminaires sur le peuplement de la zone de circulation permanente d'un massif karstique. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **271** : 1416-1419.
- LESCHER-MOUTOUÉ (F.) et GOURBAULT (N.), 1970 b. — Recherches sur les eaux souterraines — 13 — Etude écologique du peuplement des eaux souterraines de la zone de circulation permanente d'un massif karstique. *Ann. Spéléol.*, **25** : 765-848.
- MEŠTROV (M.), 1962. — Un nouveau milieu aquatique souterrain : le biotope hypotelminorhéique. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **254** : 2677-2679.
- MONIEZ (R.), 1888. — Faune des eaux souterraines du département du Nord et en particulier de la ville de Lille. *Rev. Biol. N. Fr.*, **1** : 142-146.
- MOTAŞ (C.) et SERBAN (E.), 1964. — Recherches phréatobiologiques. II. *Internat. J. Speleol.*, **1** : 321-332.
- ORGHIDAN (T.), 1959. — Ein neuer Lebensraum des Unterirdischen Wassers der Hyporheische Biotop. *Arch. Hydrobiol.*, **55** : 392-414.
- RENAULT (Ph.), 1959. — Réseau de fentes et réseau de conduits en région karstique. *C. R. Soc. géol. Fr.*, **1** : 16-17.
- RENAULT (Ph.), 1970. — La formation des cavernes. Coll. « Que sais-je ? », n° 1400, Presses Universitaires de France, Paris, 126 p.
- ROUCH (R.), 1968. — Contribution à la connaissance des Harpacticides hypogés (Crustacés-Copépodes). *Ann. Spéléol.*, **23** : 5-167.
- ROUCH (R.), 1970. — Recherches sur la faune aquatique souterraine continentale. *Bull. Soc. Ecol.*, Brunoy, **1** : 205-214.
- TROMBE (F.), 1943. — Gouffres et cavernes du Haut Comminges. *Trav. sci. Club alpin Fr.*, 80 p.
- VANDEL (A.), 1964. — Biospéologie — La biologie des animaux cavernicoles. 1 vol. Gauthiers-Villars, Paris, 618 p.
- VOIGT (W.), 1904. — Über die Wanderungen der Strudelwürmer in unseren Gebirgsbächen. *Verh. naturhist. Ver. preuss. Rheinl. Westf.*, 61.

ACTIVITÉS DE LA SOCIÉTÉ

EDITORIAL

Le bulletin de la Société d'Ecologie doit paraître à une cadence que nous espérons améliorer rapidement.

Il nous a été demandé de faire une distinction entre les fascicules contenant des articles originaux.

D'autre part, une loi de finance nous oblige à changer le titre de la publication qui deviendra désormais le Bulletin d'Ecologie, avec en sous-titre : Organe de la Société d'Ecologie.

Ainsi qu'il a été constaté lors de l'assemblée générale du 24 mars et de la réunion du nouveau conseil élu, la Société d'Ecologie a atteint maintenant par le nombre de ses membres et la qualité de ses coopérations une dimension qui ne doit pas tarder à faire d'elle le meilleur interlocuteur sur le plan national en ce qui concerne le vaste domaine de l'écologie.

Comme le soulignait le Professeur LEMÉE, Président sortant, on peut désormais considérer que la période de lancement, avec toutes les difficultés qu'elle impliquait, a pris fin.

Le nouveau conseil et le nouveau bureau se trouvent confrontés à une situation beaucoup plus saine et beaucoup moins aventureuse.

Nous pensons que désormais, la Société d'Ecologie va pouvoir diversifier ses efforts, diversifier ses groupes de travail, s'imposer sur le plan national et sur le plan international.

Des éléments favorables apparaissent dès maintenant qui permettent de bien augurer du futur.

Le Conseil et le Bureau remercient le Professeur LEMÉE qui a accepté la lourde charge d'être le premier Président de la Société d'Ecologie.

Allocution de M. G. LEMÉE, Président sortant

Il nous a semblé, au bureau de la Société et à moi-même, qu'il n'était pas inutile, à la fin d'un mandat de président, que celui-ci brosse un tableau de l'évolution de cette Société et de l'orientation qu'il souhaite. C'est ce qu'on appelle souvent le rapport moral.

Comme premier président, je crois utile de rappeler les motifs qui ont conduit à créer cette Société et les besoins exprimés dans les réunions initiales.

C'est sur les rives du Léman, à Montreux où se tenait en 1967 un congrès de l'Union internationale des Sciences biologiques, que huit écologistes français décidèrent de créer une Société d'Ecologie afin de combler le vide apparent de l'écologie d'expression française dans le contexte des manifestations internationales.

Après une première tentative avortée, en mai 68, c'est le 26 octobre de cette même année que fut créée par une assemblée constituante notre Société.

Notre premier Bulletin est un document historique : on y trouve la liste des volontaires de première heure, les motivations et l'esprit qu'ils ont voulu donner à la Société, et ses statuts. Mais ce qu'il ne dit pas, c'est la vague de préadhésions et l'enthousiasme que le projet a rencontrés, ce qui prouve combien cette association des écologistes était souhaitée et nécessaire.

A-t-elle cependant atteint ses objectifs ?

Une de ses ambitions était de réaliser une meilleure information sur les équipes d'écologistes qui travaillent de façon trop isolée sur leurs programmes, avec des moyens insuffisants, dans le but de favoriser les collaborations. Il y a en effet encore en France des cloisonnements de nature diverse dans la recherche biologique, et tout d'abord entre les deux règnes, le végétal et l'animal ; si dans l'écosystème, végétaux et animaux sont étroitement associés, il n'en est pas toujours de même de ceux qui ont la charge de les étudier. Certaines disciplines descriptives des milieux sont trop souvent aussi insuffisamment associées à l'Ecologie ; je pense à la Pédologie, à la Géomorphologie, dont les liens avec le peuplement vivant ne sont pas toujours perçus suffisamment.

Le bilan de la Société dans ce domaine de l'information mutuelle est positif : les bulletins, l'inventaire des laboratoires de terrain, des sorties sur des stations où se poursuivent des recherches pluridisciplinaires, la constitution de groupes de travail thématiques ou régionaux, la mise en place de délégués régionaux, en témoignent largement. Mais on n'avait pu mettre sur pied jusqu'à

maintenant, malgré un certain nombre d'idées lancées, de Colloques ouverts sur un thème réunissant des écologistes de spécialités différentes; c'est maintenant chose faite grâce au colloque organisé à Montpellier sur le thème de la phase sol des écosystèmes.

Un autre objectif de la Société était un rôle d'*information, d'éducation*, autrement dit d'ouverture sur le public, sur les éducateurs, sur les professionnels de l'aménagement, de l'urbanisme, de la santé publique, pour développer ou le plus souvent faire prendre simplement conscience de l'attitude, de l'éthique écologique.

Chaque individu évolue dans un environnement donné, dont il subit des agressions variées; aussi chacun se sent-il concerné par l'écologie et dénonce volontiers celles des agressions du milieu qu'il perçoit et qu'il supporte mal, et il propose des remèdes. Lorsqu'il possède le moyen de diffuser ce qu'il pense, qu'il soit conférencier, journaliste, écrivain, homme politique, ses opinions sur la détérioration et la protection de l'environnement pèsent d'un grand poids sur le public et auprès des organismes de décision. Une des fonctions des écologistes dans la société actuelle devrait être de donner à ces hommes de bonne volonté certes, mais souvent insuffisamment informés, la connaissance objective qui leur manque et qui leur permettrait de dépassionner le débat en le plaçant sur des bases scientifiques. Nous avons à l'esprit la vague d'inquiétude, d'angoisse même, qui a déferlé sur l'Occident vers 1968, qui est à l'origine du fameux Club de Rome lancé par Aurelio Peccei et de la mise sur pied au Massachusetts Institute of Technology (le MIT) d'une équipe de jeunes chercheurs pour produire un rapport dont la sortie en 1972 fit grand bruit.

Dans ce climat passionné, la Société, par les vastes champs de compétence dont elle dispose, par son indépendance vis-à-vis des pressions d'où qu'elles viennent, a une vocation d'éducation du public, des professionnels de l'aménagement et de l'urbanisme, des étudiants, des éducateurs. Sur ce plan, on ne peut encore porter à son actif que quelques manifestations rares et limitées : le concours apporté à la formation écologique des professeurs d'enseignement secondaire, une participation au 1^{er} Salon pour la Protection de la Nature et de l'Environnement à Rouen. J'ajouterai toutefois à ceci l'information par notre bulletin, dont certains articles ont traité de déséquilibres biologiques. Mais il faudrait à l'avenir leur donner plus de place dans notre publication, et, de façon plus générale, développer ces actions d'information, car si l'action sans la connaissance est catastrophique, la connaissance sans l'action est stérile.

Je conclurai sur une tâche particulièrement agréable, celle de remercier tous ceux et celles qui, pendant ces

4 années, ont œuvré de près ou de loin à la marche de notre Société : les membres du Conseil qui nous ont apporté leur concours constructif et critique, les membres du bureau, dont le dévouement actif assure la bonne marche de la communauté : nos 2 vices-présidents successifs, MM. GRISON et JOURDHEUIL, notre secrétaire général M. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, notre secrétaire adjoint M^{me} RICOU, qui, bien qu'habitant Rouen, n'a jamais manqué une réunion du bureau ou du conseil, notre trésorier, M. TURMEL, dont les comptes soigneux nous ont évité les aventures budgétaires, le rédacteur du Bulletin, M. DAJOZ, nos délégués régionaux, et tous les membres de la Société qui, par leur collaboration sous des formes diverses, participation aux réunions, information, publications, et plus prosaïquement par leur participation pécuniaire, font que la Société d'Ecologie est bien vivante et m'autorisent à conclure sur une note d'optimisme.

COMPTE RENDU DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Paris, le 24 mars 1973

30 présents

Résultat du vote de renouvellement du Conseil.

219 votants; les 12 membres présentés sont élus.

Propositions de Colloques.

C.D.D. propose, pour mars 1974, un Colloque d'enseignement fermé, à Moulis, pour informer 40 personnes environ sur les travaux d'hydrobiologie souterraine et les recherches en relief karstique : les conférenciers seront les membres du laboratoire.

M. DOMMERGUES pourrait également organiser une réunion sur les problèmes de microbiologie du sol.

L'A.G. remarque que les colloques sont toujours organisés autour de problèmes de biologie du sol, mais il n'y a rien en ce qui concerne la biologie des eaux. M. DUSSART signale que l'association de Limnologie organise des réunions annuelles auxquelles les écologistes pourraient participer. Il faudrait connaître leurs dates très tôt pour les signaler dans notre bulletin qui a un délai de parution de 6 mois.

En particulier des colloques intéressants ont lieu en même temps; il faudrait qu'ils soient annoncés suffisamment tôt.

M. LEMÉS suggère l'éventualité de réunions communes avec d'autres sociétés. Il faudrait assister à l'A.G. de la Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, qui rassemble environ 100 sociétés, pour être informés.

Parution de l'annuaire.

Pour aider les délégués régionaux et pour avoir une action auprès des missions d'Aménagement et des Préfectures, l'annuaire doit remplir certaines conditions. Il doit mentionner exactement les spécialités de chacun, et celles qui ne sont pas officielles mais au sujet desquelles il peut être consulté. La liste alphabétique représente 50 pages. Il faut prévoir en outre des entrées par rubriques. Vu leur importance pratique, le prochain Conseil devra se réunir pour les prévoir.

Groupes de travail.

1) Physique de la biosphère.

M. ECKARDT représente le groupe. Celui-ci fonctionne bien mais il doit maintenant prévoir un nouveau programme et deux propositions sont faites. Il peut jouer un rôle auprès de l'enseignement secondaire pour indiquer aux professeurs qui enseignent l'Ecologie un matériel facile à utiliser. Il peut préparer une mission pour une étude très ponctuelle de microclimat dans un écosystème sur lequel travailleraient un certain nombre de spécialistes; l'ensemble des écologistes y trouverait une information.

Les membres du groupe doivent organiser des séminaires pour en décider, dont l'un pourrait être un colloque plus général, pour organiser la mise en place d'une action future.

2) Ecologie urbaine.

G. RICOU présente le résultat de concertations qui ont eu lieu entre les quelques responsables avant la formation du groupe. L'importance du problème amène un certain nombre de membres à vouloir participer à ce groupe. Le thème ne doit être ni général, ni vague. Il doit correspondre à l'apport des connaissances des écologistes à l'organisation de la vie en ville. Les responsables proposent la promulgation préalable d'une Charte afin que soient bien définis les concepts des participants : écologistes, architectes, etc...

C.D.D. propose que le projet de Charte qui lui sera adressé par le groupe de Rouen soit ronéotypé par ses propres soins; il l'enverra à tous les membres qui devront retourner leur exemplaire annoté. Autrement dit, se constitue un groupe de réflexion de la Société d'Ecologie animé par le groupe de travail de Rouen. Celui-ci a pour mission d'envoyer son projet de Charte.

3) Pourrait-on organiser un groupe de travail sur les eaux saumâtres ? Peut-être M. BINET pourrait-il être pressenti pour des actions ponctuelles.

Activité des délégués régionaux

Les délégués régionaux sont très mêlés aux actions de protection de la Nature et participent généralement aux conseils d'environnement de leur région. Ces actions, souvent très importantes, seraient plus puissantes si elles se faisaient avec plus d'unité. Il faudrait que chaque membre intéressé se présente sous l'étiquette de la Société d'Ecologie auprès des missions d'aménagement et des Préfectures. Pour cela, il faut que la Société publie un véritable appel d'offre auprès de ces organismes. Elle doit rester strictement sur le plan scientifique qui est sa vocation et, à ce titre, prendre position pour la conservation des sites biologiques intéressants.

La question est spécialement aiguë en ce qui concerne le plan d'aménagement de la côte bretonne. M. LEFEUVRE, très engagé à la SEPNEB affirme que le plan sera fait en juin, même si officiellement il ne l'est qu'en novembre. Or, la plupart des actions sont menées secrètement. Il semble anormal que des membres de la Société résidant à Paris soient consultés pour ce plan d'aménagement et n'avertissent pas les délégués régionaux. C'est par exemple le cas de M. ROUGERIE qui n'a pas averti M. LEFEUVRE. Pour répondre à l'ensemble du problème il est demandé à ce dernier de rédiger un vœu destiné aux organismes concernés.

— M. LEFEUVRE (Rennes) mentionne que 2 journées de réunion ont été organisées sur le problème de l'eau, avec des spécialistes et des représentants des administrations. Il s'agissait d'une action de formation continue auprès des administrations. Une plaquette a été éditée.

Des aménagistes adhèrent à la Société. Il pourrait être envisagé un groupe d'étude sur les calanques.

— G. RICOU donne des informations sur le 2^e Salon International de l'Environnement — Protecna — en octobre 1973, à l'organisation duquel elle participe. Outre les expositions, les Etats Généraux comprendront : 2 journées « Usine Nouvelle », une sur la pollution automobile, une sur l'alimentation, une sur l'éducation, une sur l'urbanisme. Le groupe de travail de la Société (Ecologie urbaine) organisera une journée sur ce thème avec l'aide du CERE (Bruxelles).

— M. GIUDICELLI (Marseille) représente un grand groupe, très étendu. Il projette un colloque sur la protection des milieux méditerranéens. Il est important de prendre en main le problème de Fos.

— M. LABEYRIE (Tours) organise un séminaire sur « Phénomènes périodiques et aperiodiques dans le fonctionnement des écosystèmes ».

— M. REAL (Besançon) a un groupe d'environ 10 membres. Il avait fondé un groupement écofaunistique dans le Jura pour faire une carte dans le cadre de l'inventaire des sites biologiques. Il a réussi à écarter ainsi divers projets destructeurs de l'ONF. Les membres du groupement payent 5 F de cotisation mais le groupement peut payer 100 F à la Société d'Ecologie et devenir membre.

— JOURDHEUIL remplace M. DALMASSO;
M. FROCHOT remplace M. BOUCHÉ;
M. DUPONT remplace M. CORILLON.

Adhésions de sociétés

SEPARIT : groupe de naturalistes installés Outre-Mer ou expatriés qui fait un effort de synthèse sur les problèmes de protection des milieux en fonction de données écologiques. Les membres de ce groupe adhèrent à la Société à titre individuel et la SEPARIT à titre collectif.

Association Internationale de Médecine et de Biologie de l'Environnement, présentée par le Dr ABOU à la réunion du Conseil du 15/12/72. Cette association n'est pas suffisamment constituée et n'a pas fait ses preuves, elle ne peut être admise comme une section de la société. Ses membres peuvent adhérer à titre individuel.

Compte-rendu financier.

Commissaires aux comptes : MM. GIUDICELLI et DUSART.

Pour répondre aux critères du C.N.R.S. : la cotisation doit être divisée en 2, le montant des cotisations doit atteindre le double de la subvention accordée.

La subvention C.N.R.S. a été versée, soit 25 000 F.

Recettes 72

Cotisations	40 915,73
Solde 1971	24 464,92
C.N.R.S.	24 000,00
	64 915,73

Solde au 31/12/72

C.C.P.	27 487,53
Banque	11 017,31
Espèces	74,90
	500,00
	39 079,74

Dépenses 72

Secrétariat	283,95
C.C.P.	5
Impression	44 759,60
Expo Rouen	1 276,01
Poste	1 976,35
	50 300,91

Les commissaires aux comptes donnent quitus au trésorier.

Prévisions 1973

Recettes	Dépenses
Solde	39 079,74
C.N.R.S. ..	25 000
Cotisations .	35 000
	99 000
	72 000

Le solde créditeur rend la publication de l'annuaire possible. L'annuaire sera tiré à 1 800 exemplaires, l'excédent pouvant être vendu à la DATAR, aux préfectures, etc.

Les numéros du Bulletin ont coûté 12 000 F pièce en 1972. Ils ont toujours été tirés à 1 800 exemplaires mais ils le seront désormais à 1 200.

Publications

Le comité de lecture fonctionne normalement, néanmoins même les articles envoyés par des membres, de la Société — donc déjà supposés lus — doivent lui être soumis.

Deux réformes sont imposées par le C.N.R.S. :

— Séparer les fascicules contenant les articles originaux et ceux qui contiennent des informations;

— La subvention ne pouvant être affectée à un bulletin de Société, celui-ci doit s'appeler Bulletin d'Ecologie. Cette exigence matérialise la scission de la cotisation en deux parties.

Suivant l'Ordre du Jour, l'après-midi a été consacré à trois présentations :

— Le Luberon — milieux et actions, par Monsieur REAL;

— Le Bugy — géographie par M. ROUX;

— Le laboratoire de Moulis — par Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE.

A l'issue de l'A.G., réunion du nouveau Conseil.

Motion adoptée par la SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE

La Société française d'Ecologie, réunie en Assemblée Générale, le 24 mars 1973 à Paris, consciente des menaces de plus en plus précises qui pèsent sur certaines parties du littoral français, demande impérativement :

— que cessent les opérations au coup par coup qui, même si elles sont ponctuelles et *a priori* peu importantes, risquent, par leur multiplicité d'imposer un schéma d'aménagement du littoral qui n'aura aucun rapport avec un véritable schéma d'aménagement pensé par des équipes pluridisciplinaires devant comporter, entre autres, *obligatoirement*, des biologistes et des écologistes d'origine naturaliste;

— exige que soient respectées les zones *non aedificandi*, les zones de préemption et les classements antérieurs établis soit dans le cadre des sites, soit dans celui de l'inventaire des richesses naturelles;

— exige qu'aucune dérogation ne vienne remettre en cause ces zones privilégiées et ce quel que soit le poids des interventions et la personnalité des intervenants;

— demande le classement et la mise en réserve de vastes zones représentatives des différents milieux caractéristiques du littoral en se basant essentiellement sur des critères biologiques; ces zones dans la mesure où elles n'appartiennent pas aux domaines de l'état ou au domaine maritime, pouvant être mise en réserve par l'administration départementale par exemple en utilisant des redevances d'espaces verts, ou par le Ministre de l'Environnement. Leur gestion serait confiée à des organismes comportant obligatoirement une majorité d'écologistes ayant prouvé leur compétence dans le domaine de l'étude des milieux naturels et de la Protection de la Nature;

— demande que les décisions d'implantation de complexes industriels ou d'installations de grande envergure susceptibles d'amener des perturbations au niveau de l'environnement local ou régional soient étudiées avec le plus grand soin par des commissions comportant obligatoirement des écologistes et des biologistes et que l'information la plus grande soit donnée à ces projets.

INFORMATIONS

CONFÉRENCE DE L'I.U.L.A. (Union Internationale des Villes et Pouvoirs Locaux) SUR L'ENVIRONNEMENT Vienne, 14-16 novembre 1972

L'I.U.L.A. est une organisation internationale qui rassemble plus de 60 états à travers le monde. Par sa vocation même de rapprochement entre les peuples, elle est appelée à traiter des grandes questions qui concernent l'administration municipale et les techniques qui s'y rattachent, en vue d'une amélioration du bien-être général. Chaque Etat possède une Section nationale, avec un bureau. Le siège international est à La Haye.

Deux journées d'études et d'information, sur les problèmes de l'environnement ont eu lieu à Grand-Quevilly, (Seine-Maritime) les 18 et 19 mars 1972. J'y ai pris part avec une conférence et une table ronde qui a ouvert un large débat entre les participants, maires de villes d'Europe, dans l'ensemble.

A la suite de la Conférence de Stockholm (5-16 juin 1972) l'I.U.L.A. a décidé de mettre au point un programme d'action et le Secrétaire Général a envoyé à ses adhérents un document de travail à discuter. Ce document était préparatoire à la réunion qui s'est tenue à l'Hôtel de Ville de Vienne du 14 au 16 novembre, sous la présidence de M. le Maire de Vienne, F. SLAVIK, Président de l'I.U.L.A. Le but de la conférence était de définir une prise de position des pouvoirs locaux, face à la complexité des problèmes actuels d'environnement, pour l'adoption de résolutions immédiates.

La conférence réunissait une centaine de participants, Maires et responsables d'importants Services. Les délégations principales venaient des pays suivants : Autriche, Belgique, Grande-Bretagne, Thaïlande. Dix autres nations, dont les Etats-Unis, étaient représentées. J'ai participé à la réunion comme représentant de la Section Française de l'I.U.L.A.

Le Conseil des Communes d'Europe avait délégué 4 représentants, l'O.M.S. : un, et la Conférence de l'O.N.U. : un. Le bureau de l'I.U.L.A. était représenté par son Président et son Secrétariat Général.

Les débats se sont organisés autour de 5 grandes conférences; ils ont ainsi occupé 5 demi-journées, une demi-journée ayant été consacrée, par ailleurs, aux travaux que la ville de Vienne réalise contre la pollution dans sa banlieue; station d'épuration des eaux usées avant rejet dans le Danube, usine d'incinération des ordures ménagères et compostage, construction d'autobus à gaz, plantations en ville: 10 000 arbres et 30 000 arbustes ce mois-ci.

La première demi-journée fut consacrée au débat suivant : la conférence du Professeur M. HAIDER, Président de la Faculté d'Hygiène de l'Université de Vienne, sur le thème « Nécessité d'une politique de l'environnement ». L'exposé des dangers sous-estimés et leurs conséquences sur la santé humaine amène à conclure que le nombre des maladies de l'environnement va croissant. Science et technologie doivent contribuer à l'institutionnalisation du droit à un environnement normal, en considérant la santé comme un processus d'adaptation de l'homme à son environnement et en tenant compte des objectifs posés par l'O.M.S. La technologie doit promouvoir les recherches et leur développement. Aux autorités locales de convertir rapidement et efficacement les résultats en pratique administrative et d'établir un contrôle efficace.

La deuxième demi-journée intéressait : « Politique de l'environnement et gestion de l'espace communal », conférence et débat qui m'incombaient. Face aux représentants des villes, j'ai voulu apporter le point de vue de l'écologiste et de l'agronome en faisant la part des forces en présence : agriculture, industrie, système urbain. C'est l'équilibre des forces à considérer pour un aménagement rationnel du territoire qui amène à décaler les règles de l'occupation de l'espace et du temps. La base obligatoire de ce programme est l'adoption d'une nouvelle « rationalité économique » qui ne sacrifie plus la qualité à la quantité. Les choix budgétaires doivent éviter l'exploitation excessive des biens naturels. Les techniques d'analyse et de programmation doivent faire apparaître tous les facteurs négligés de l'environnement ainsi que les interactions.

Sur les bases de la solidarité de l'espace rural et de l'espace urbain est proposée une réorganisation du territoire communal en fonction de deux critères : rééquiper

librer sur le plan physique par la suppression des pollutions.

Au cours du débat est émis un vœu qui devrait donner lieu à une réglementation internationale, selon laquelle : avant toute décision d'aménagement d'un site, une étude écologique devrait être faite à la demande de la collectivité et soumise à un jury mettant toutes les parties en présence. Cette étude sommaire ne serait pas onéreuse et son coût serait inclus dans celui des techniques.

Après ces débats généraux a été présenté un exemple qui concerne la Ville de Stockholm et sa politique de l'environnement (T. SUNDSTRÖM, responsable du département environnement et loisirs de la municipalité de Stockholm). Ce département est au centre de l'organisation et a permis de se faire une idée de l'ensemble des problèmes à traiter, en fixant les valeurs fondamentales pour une planification.

Tous ces problèmes et leurs solutions ont été nommés : teneur de l'air en SO_2 et en poussières et réglementation de la teneur en soufre du mazout à 1 %, chauffage urbain filtré, normes automobiles; problème du bruit lié à la circulation automobile; problèmes d'incinération des ordures ménagères avec épuration, mais il faut insister sur l'utilité du compostage à l'utilisation duquel devraient être sensibilisés les agriculteurs; épuration des eaux avec remise en état des eaux déjà polluées; établissement de parcs et complexes de loisirs, correspondant à une surface de 300 m² par habitant.

La dernière journée a été consacrée, en premier à l'exposé de M. DINA LOBE, représentant M. STRONG, Secrétaire Général de la Conférence de l'ONU sur l'environnement, en second, à l'exposé de M. VAN DER HAM sur l'organisation de l'appareil communal en matière d'environnement enfin au texte d'une résolution préparée par M. VAN PUTTEN, Secrétaire Général.

Je ne rappellerai que très brièvement les termes de la Conférence de Stockholm qui sont, à l'échelon gouvernemental, ce que veut être la Conférence de Vienne à l'échelon local. Ils sont donc beaucoup plus généraux et plus vastes, avec les points principaux :

Déclaration en 26 principes — Plan d'action avec 109 recommandations générales, et plusieurs dizaines au niveau national — Création d'un instrument d'action avec Secrétariat permanent et fonds international alimenté par les gouvernements.

Quant à la mise en place sur le plan communal, M. VAN DER HAM, chargé des problèmes d'environnement de la Ville de Haarlem, en a exposé les modalités. Elle repose sur une bonne organisation, avec définition, à la base, des buts, des mesures, des formes d'organisation, des moyens financiers. La concentration du pouvoir entre un responsable, une commission et un ser-

vise, pour l'application d'un plan précis, correspond à une forme d'organisation horizontale recoupant les structures verticales de l'administration communale. Un conseil local ou régional réunira, en outre, les citoyens connaissant déjà les problèmes d'environnement et ceux qui sont décidés à aider la municipalité leur tâche étant de sensibiliser la population et d'exprimer ses désirs.

A l'issue des discussions a été présenté un projet de résolutions en plusieurs langues, comprenant recommandations et mesures pratiques à suivre en matière de pollution urbaine, dont le texte corrigé sera adressé aux responsables des collectivités locales. Il doit avoir un impact direct sur les municipalités qui, placées en face de problèmes d'environnement de plus en plus nombreux et aigus, sont sensibilisées et cherchent à passer des notions de quantité à celles de qualité.

Les Maires avertis seront les chefs de file de la mise en place d'une politique de l'environnement car ils sont placés à un niveau concret qui les oblige à prendre des solutions plus rapidement que ne le ferait le pouvoir central. Le devoir des écologistes est de leur apporter un soutien technique. A mon sens, par exemple, pour la France, l'Institut National de la Recherche Agronomique qui joue un rôle important vis-à-vis du monde rural, devrait être amené à en définir les besoins et les proportions face au monde urbain et à expliciter les relations de solidarité territoriale entre l'un et l'autre.

Le problème des Parcs Nationaux en France

Le cas du Parc National des Pyrénées

Le Professeur Francis ANDRÉ, Président de la S.E.P.A.N.S.O. (Société pour l'Etude, la Protection et l'Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest) nous communique la copie de la lettre qu'il a adressée au Directeur du Parc, au sujet des projets d'aménagement de ce Parc :

Monsieur le Directeur,

J'ai l'honneur de porter à votre connaissance en tant que représentant de la S.E.P.A.N.S.O. au Conseil Scientifique, les remarques suivantes concernant l'avant-projet d'Aménagement du P.N.P.

Je ne vous dissimulerai pas que le contenu de l'avant-projet suscite en nous beaucoup d'inquiétudes et de réserves sur de nombreux points, inspirés par une politique différente de celle que nous avons définies comme étant la nôtre dans le memorandum déposé par la

S.E.P.A.N.S.O. lors de la dernière réunion du Conseil Scientifique (et joint sous ce pli).

Je me permets de vous rappeler les grandes lignes de notre doctrine :

1°) nous aurions souhaité que les projets d'aménagement du Parc soient subordonnés à l'inventaire des richesses naturelles.

C'est une attitude logique. Le Conseil Scientifique, sensible à notre vœu, a pris des décisions importantes dans ce sens, malheureusement très tardives. De ce fait, les projets actuels ont toutes les chances de ne pas reposer sur des bases scientifiques solides. Il nous semble par conséquent que l'élaboration du plan d'aménagement devrait être différé au moins jusqu'à ce qu'un rapport rédigé par les personnalités chargées de l'inventaire tracent les contours des zones à protéger plus particulièrement.

2°) nos conceptions de l'aménagement du Parc se situent dans le cadre d'une politique plus protectrice que touristique, ce qui devrait entraîner une régulation de l'expansion touristique toujours dégradante pour le milieu naturel

De ce fait, nous nous inquiétons :

- du développement des voies de toutes sortes à l'intérieur du Parc dont certaines nous semblent particulièrement malencontreuses pour la protection des sites et de la nature (projets de Belonce, de Lhers, de Sannet, de la Casterau; élargissement de la route de Gabas — Bious dans les Pyrénées Atlantiques, route des lacs dans les Hautes-Pyrénées).

Nous nous inquiétons devant le danger que représente la multiplication des voies pastorales et insistons pour qu'un caractère très rustique et inconfortable leur soit conservé. Nous approuvons leur statut de voies privées.

- nous nous élevons formellement contre tous les projets de transports mécaniques et contre les empiétements des hélicoptères hors des voies qui leur sont hélas réservées contre notre gré;

- nous refusons catégoriquement toute implantation de stations de ski (Anéou compris);

- nous nous inquiétons d'un trop grand développement des lieux de camping que nous voudrions voir strictement précisés et limités;

3°) nous avons toujours soutenu (conformément à la loi du 22-7-60) que l'aménagement du Préparc est indissociable de celui du Parc. Le Conseil Scientifique l'a reconnu.

Nous tenons à ce sujet à réitérer notre profonde hostilité à l'aménagement du Sousséou et du Bager et souhaiterions qu'une demande pressante soit émise dans le projet d'aménagement du Parc.

Enfin, considérant que le Parc manque de biotopes subalpins indispensables à son équilibre écologique, nous demandons que le Conseil Scientifique étudie et propose la création de réserves dans cet étage.

Sans méconnaître les efforts que vous poursuivez et les grandes difficultés de votre tâche, je serai honoré si les propositions que je viens de développer retenaient votre bienveillante attention et vous prie de croire, Monsieur le Directeur, en mes sentiments très dévoués.

MEMORANDUM SUR LE PARC NATUREL DES PYRÉNÉES

Ce memorandum a pour but de préciser le point de vue de la S.E.P.A.N.S.O., officiellement représentés au sein du Conseil Scientifique, sur les principaux problèmes du Parc Naturel des Pyrénées.

Disons en préambule que la S.E.P.A.N.S.O. se place face aux problèmes de l'aménagement du Parc dans une perspective résolument protectrice.

Cette attitude l'amène logiquement à souhaiter :

- qu'un inventaire des richesses naturelles à protéger soit préalablement établi à toute politique d'aménagement;

- que la politique d'aménagement soit subordonnée à une politique raisonnable de contrôle de l'expansion touristique (très préjudiciable pour le milieu naturel);

- que les problèmes d'aménagement du Parc ne soient pas dissociés de ceux du Préparc dont le but est de protéger le Parc.

Ces considérations générales nous amènent à faire les remarques suivantes en ce qui concerne plus particulièrement : les aménagements projetés dans le Parc et le Préparc, et le problème des réserves.

I — Le Parc

L'aménagement doit être effectué en fonction des zones à protéger, définies par l'inventaire des richesses naturelles. Il doit être complété par une politique de limitation de l'expansion touristique, en particulier par la limitation du développement des stations diverses dans la zone du Préparc.

Le problème actuel de l'aménagement est dominé par le développement du réseau routier et des sentiers. La S.E.P.A.N.S.O. rappelle que plusieurs membres du Conseil Scientifique, lors de la session du 16 juin 1972 se sont « élevés avec vigueur contre le développement du réseau routier d'accès au Parc et ont refusé catégoriquement le prolongement de la route du Néouvielle au-delà de ses limites actuelles ». Le Conseil Scientifique a, en outre, recommandé « la limitation du réseau de sentiers à l'intérieur du Parc ».

La S.E.P.A.N.S.O. exprime son inquiétude devant la poursuite actuelle du développement des routes et des sentiers. Elle est absolument hostile à la création de routes et au maintien de celles qui existe dans la réserve du Néouvielle. Elle regrette que « le développement routier se trouve accéléré et stimulé par la création du Parc dont il est un parfait complément » (M. BUGARD, *La Revue Forestière*, octobre 1971).

L'établissement de campings constitue pour nous une autre préoccupation importante. La S.E.P.A.N.S.O. souhaite qu'aucune installation fixe ne soit aménagée à proximité du Parc. Les campings de Bious et du Teich sont de « larges écailles tracées au bulldozer » selon le journal « Sud-Ouest ». La S.E.P.A.N.S.O. serait en revanche moins sévère pour le campeur isolé, pyrénéiste convaincu et amateur de Nature, qui plante sa tente sur les cimes.

II — Le Préparc

Le Préparc intéresse la sauvegarde du Parc dans la mesure où il en est le prolongement naturel. Il constitue en outre un cordon de protection dont la nécessité est rehaussée par l'exiguïté même du Parc. Le développement d'une activité touristique intensive dans cette zone, stimulée par l'attrait publicitaire du Parc, ne peut être que préoccupante.

« La nature ne sera sauvée que si elle apparaît comme un investissement rentable. La collectivité doit bâtir les cadres juridiques et financiers qui seront susceptibles de drainer au profit de l'espace naturel des ressources extra-budgétaires » (J. DUHAMEL, 8 octobre 1970). Nous craignons qu'il n'y ait dans cette déclaration beaucoup d'encouragements pour les promoteurs de stations de ski et de stations estivales.

Comme il n'existe pour nous, du point de vue biologique et écologique, pas de frontières entre le Parc et le Préparc, nous sommes amenés à exprimer notre hostilité profonde aux projets ou avant-projets suivants :

- le Soussouéou, projet de 6 000 lits dans une vallée riche en rapaces rares et patrie de l'ours;
- le Bager dont la belle hêtraie serait transformée en lac;
- le Benou où un V.V.F. serait installé;
- Borce où il est inutile d'ouvrir par une route la vallée de Belonce;

- Ancou (projet d'une station de ski dans le Parc);
- Sansannet (projet d'un grand parking);
- Espelunguère (projet de 2 km de route sylvo-pastorale);
- Bious (projet d'élargissement de la route);
- Troumousse et Gavarnie (projet de téléphériques).

III — Les Réserves

La S.E.P.A.N.S.O. considère qu'idéalement le Parc devrait être considéré comme une réserve quasiment intégrale — c'est *a fortiori*, vrai pour celle qui est liée administrativement au Parc (Néouvielle) —.

La S.E.P.A.N.S.O. a depuis longtemps proposé la création de telles réserves en zone périphérique et se félicite que l'idée en soit actuellement reprise.

Elle souhaiterait à ce propos que l'on s'intéressât :

- à la plaine du Soussouéou,
- aux forêts des Eaux-Bonnes,
- au cirque de Lescun,
- aux Arres d'Anie
- à la forêt d'Isseaux,
- aux Arbailles,
- à l'Ardiden,
- et, en vallée d'Aure, au Moudang et Rioumayou.

En conclusion

La S.E.P.A.N.S.O. souhaite que les projets d'aménagement s'inspirent d'une conception globale résolument protectrice et considère que certaines régions du Préparc sont les prolongements naturels du Parc et doivent être, eux aussi, protégés.

Elle insiste sur la nécessité de procéder à un inventaire des richesses naturelles dans le Parc et le Préparc pour définir les zones à protéger avant de poursuivre plus loin l'aménagement.

La S.E.P.A.N.S.O. souhaite que le Conseil Scientifique, dont la compétence et l'indépendance lui confèrent la responsabilité et l'autorité pour la protection et la sauvegarde du milieu naturel, apporte à l'Administration une collaboration vigilante, critique et constructive pour l'aménagement du Parc.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Alain TAMISIER. — *Etho-écologie des Sarcelles d'hiver*
Anas C. Crecca L. pendant leur hivernage en Camargue.

1°) *Origine et distribution de la population.* La majorité des Sarcelles hivernant en Camargue ont leur aire de reproduction comprise entre les Républiques Baltes, la Biélorussie et les provinces de Leningrad et de Novgorod. La plupart des Sarcelles nichant dans cette aire de reproduction viennent hiverner en Camargue.

2°) Les Sarcelles arrivent en Camargue dès le mois de juillet. Leurs effectifs augmentent régulièrement jusqu'au début de novembre et restent stables à un maximum moyen de 40 000 individus jusqu'en décembre. A partir de janvier ils diminuent et sont nuls en avril. Les Sarcelles représentent 30 % environ des effectifs d'Anatidés hivernant dans cette région.

3°) La Camargue constitue pour la plupart des Sarcelles l'étape terminale de leur migration. En cas de vagues de froid, elles atteignent l'Espagne et les côtes sud-atlantiques françaises.

4°) D'après 50 000 individus bagués en Camargue et 10 000 reprises réparties sur toute l'Europe, on sait que la chasse est le principal facteur de mortalité de cette espèce. Les jeunes de moins d'un an ont le plus fort taux de mortalité (65 % contre 46 % pour les adultes). Les femelles sont plus vulnérables que les mâles à tous les facteurs de mortalité.

5°) Les taux de mortalité annuelle présentent une légère augmentation depuis 1955 qui correspond à l'accroissement constant de la pression de chasse en Camargue.

6°) Environ 20 à 30 000 Sarcelles sont effectivement tuées en Camargue par saison de chasse (15 août-31 mars), sur un total approximatif de 100 000 canards tués. La mortalité est la plus élevée en début et en fin d'hivernage.

7°) Les mâles représentent en moyenne 70 % de la population totale. En début d'hivernage, 80 % des individus sont des jeunes de moins d'un an, contre 50 % en fin d'hivernage.

8°) Le surplus annuel de la population est évalué à 60 %.

9°) *Rythmes nycthémeraux.* Les Sarcelles présentent une alternance d'activité entre le jour et la nuit. Pendant la journée, elles sont rassemblées en grande concentration (jusqu'à 35 000) sur un seul plan d'eau (« remise ») où elles satisfont leur besoin de sommeil, toilette, nage, parades et accessoirement leurs besoins alimentaires. Le soir, elles se dispersent sur les terrains de gagnage pour se nourrir et retournent à l'aube sur les remises.

10°) Les sarcelles dorment le plus souvent sur pieds sur les rives des remises ou à la nage dans très peu d'eau. Elles passent ainsi 6,2 à 10,4 h par jour, les durées de sommeil les plus longues étant en début et en fin d'hivernage.

11°) La toilette se fait préférentiellement sur pieds sur les rives exposées au soleil. Elle assure l'entretien, l'arrangement et l'imperméabilité du plumage. Sa durée quotidienne (max. 2,8 h) décroissante du début à la fin de l'hivernage, est directement liée à l'intensité de la mue.

12°) La nage apparaît comme une « activité de diversion », manifestée après satisfaction totale des autres exigences. Les parades nuptiales et les phases d'excitation collective sont incluses dans ce comportement qui dure chaque jour jusqu'à 6 h (de nage s.s.) au milieu de la saison et près de 4 h (de parades) en février-mars.

13°) Les Sarcelles se nourrissent de préférence dans des milieux peu inondés, se déplaçant sur pieds sur un fond meuble qu'elles filtrent avec leur bec. La durée de l'alimentation varie de 8,1 à 12,7 h par 24 heures. Elle est maximale en début et en fin d'hivernage.

14°) D'après ces analyses comportementales, le cycle hivernal peut se décomposer en trois phases successives :

— *Préhivernage* (août-septembre). Les Sarcelles, constituées en majorité de jeunes individus, viennent d'effectuer leur migration d'automne et leurs poids sont très faibles. La mue provoque une dépense supplémentaire. Leurs besoins énergétiques sont très élevés : les durées quotidiennes d'alimentation, de sommeil et de toilette saturent le cycle nycthémeral.

— *Hivernage s.s.* (octobre - novembre - décembre). L'augmentation progressive des poids vers un stade correspondant à un équilibre physiologique permet une

réduction sensible des besoins énergétiques, favorisée par la baisse d'intensité de la mue et par les températures encore clémentes.

— Fin d'hivernage (janvier-février-mars). Dès la fin décembre, la chute des températures, le début de l'activité sexuelle et la préparation à la migration de retour (constitution de réserves lipidiques) augmentent subitement et de façon considérable les besoins énergétiques et les temps de sommeil. La durée des parades s'ajoute à ces activités et le cycle journalier est à nouveau saturé : en cas de vague de froid, les Sarcelles doivent quitter la Camargue au profit de régions plus clémentes car elles ne peuvent satisfaire, faute de temps disponible, l'accroissement de leur durée quotidienne d'alimentation due à l'augmentation des pertes caloriques.

15°) Les rythmes nyctéméraux, déterminés par des exigences précises des Sarcelles, sont partiellement entrainés par l'alternance des jours et des nuits. L'alimentation est avant tout nocturne, mais se fait également de jour lorsque la durée quotidienne de recherche de nourriture excède la longueur des nuits. Les phases de la lune n'ont qu'un effet secondaire en décalant les heures de déplacement entre les remises et les terrains de gagnage.

16°) *Habitat hivernal des Sarcelles*. Les rythmes d'activité et le détail des analyses comportementales permettent de définir les exigences écologiques diurnes et nocturnes des Sarcelles, qui sont satisfaites dans leur habitat hivernal spécifique.

17°) Les exigences diurnes sont d'abord dictées par la pression de prédation (prédateurs aviens) qui contraignent les Sarcelles à rester grégaires pour réduire les risques de capture. Les canards choisissent des lieux de remise assez vastes pour recevoir de grandes concentrations, assez « ouverts » (pas de végétation émergente) pour permettre un contact visuel permanent entre tous les individus, et pourvus de rives à pente très douces pour favoriser les comportements de toilette et de sommeil aux plus grands nombres simultanément. Ces lieux doivent en outre être entourés de bordure à fonds meuble et de petits marais à fort couvert végétal qui sont utilisés pour l'alimentation diurne en début d'hivernage. La densité moyenne des Sarcelles sur les remises est de 2 à 2,5/m².

18°) Les exigences nocturnes sont exclusivement liées à l'alimentation. Le régime alimentaire des Sarcelles est surtout composé de graines palustres et de quelques proies animales. Le critère de sélection de la nourriture végétale est donnée par la taille des graines prises le plus souvent (1,2 à 2,6 mm) et qui définit le cadre de spécialisation alimentaire des Sarcelles. Les proies animales, presque toujours beaucoup plus grandes que

les graines, correspondent à des besoins vraisemblablement différents et font l'objet d'une sélection particulière.

19°) Les ressources alimentaires varient selon les milieux en quantité et en diversité. Les biomasses de nourriture disponible évaluées en poids sec de graines par m² ont des valeurs comprises entre 4 et 50 g/m² (en majorité 5 à 20 g/m²). La diminution des ressources dans le courant de la saison d'hiver est très faible. La densité des Sarcelles sur les terrains de gagnage est indépendante de leur richesse en graines et reste toujours très faible (quelques individus par ha). La durée quotidienne d'alimentation est indépendante de la richesse en graines des lieux de nourriture.

20°) Les facteurs limitants de la population de Sarcelles en Camargue apparaissent pendant les phases de saturation des cycles journaliers : en début d'hivernage, les niveaux d'eau assez bas réduisent les surfaces disponibles sur lesquelles les sarcelles se gênent mutuellement pour se nourrir. Les nombreux aménagements hydrauliques effectués dans les grandes chasses privées ont considérablement relevé le seuil d'action de ce facteur. En fin d'hivernage, les températures les plus basses contraignent les sarcelles, qui n'ont plus assez de temps pour s'alimenter, à quitter la Camargue. En aucun cas, les quantités de nourriture disponibles ne sont mises en cause : les facteurs limitants sont abiotiques. La pression de chasse est constante pendant toute la saison, mais ses effets sont maximaux lors de la saturation des cycles journaliers des Sarcelles. Elle se superpose aux deux facteurs précédents et constitue désormais le facteur limitant le plus important en prélevant en fin d'hivernage, des reproducteurs potentiels. La compétition interspécifique est pratiquement nulle aussi bien sur les remises que sur les lieux de nourriture.

21°) *Organisation spatiale et traditions*. A chaque remise, correspond un certain nombre de terrains de gagnage exploités seulement par les Sarcelles de cette remise qui font deux fois par 24 heures le déplacement entre ces deux localités distantes de 5 à 20 km. La Camargue comprend 2 à 4 « unités fonctionnelles » de ce type (remise + terrains de gagnage correspondants) qui rassemblent plus de la moitié des effectifs.

22°) Ces changements de localité entre le jour et la nuit correspondant à 2 impératifs : gréganisme diurne et alimentation nocturne. Le gréganisme est considéré comme déterminé par la pression de prédation : les grandes bandes augmentent leur défense individuelle par une surveillance collective. Etant groupées, elles ne peuvent pas se nourrir et satisfont alors les autres activités vitales (toilette, sommeil, parades). L'action des prédateurs diurnes me paraît la seule capable d'induire un comportement alimentaire nocturne, alors

que l'espèce ne présente pas d'adaptations particulières à l'obscurité et que sa nourriture a la même disponibilité de jour et de nuit.

23°) D'autres facteurs facilitent beaucoup ce grégarisme :

- les communications sociales qui s'établissent parmi les individus régulièrement groupés, favorisent l'exploitation maximale des ressources;

- les traditions, très importantes chez tous les Anatidés, permettent à tous les individus de se retrouver régulièrement sur les mêmes localités. Elles agissent sur le grégarisme et sur l'établissement des communications sociales;

- l'expérience des adultes (ils représentent 20 % de la population en début d'hivernage), en assurant l'entretien des traditions, facilite indirectement le grégarisme.

24°) Le grégarisme à son tour, favorise le développement de structures adaptatives anti-prédateur. Un équilibre dynamique, maintenu par les processus évolutifs, s'établit entre les populations de prédateurs et les populations de proies.

25°) *Représentativité de la Camargue.* La Camargue est l'objet de transformations nombreuses et souvent irréversibles. Elle subit une pression de chasse très importante et une pression touristique dangereusement croissante. Mais il semble que dans l'immédiat, elle constitue encore pour les Anatidés une zone analogue aux plus grands quartiers d'hiver. La comparaison avec les grands centres d'hivernage (Marismas du Guadalquivir, lagunes des bordures de la Mer Caspienne en Iran, basse vallée du Sénégal, delta central du Niger au Mali) est très révélatrice à cet égard et permet de distinguer radicalement la Camargue des petites zones de concentration de canards situées en Europe septentrionale (Hollande, Suisse, côtes atlantiques françaises) et qui occupent une position marginale dans l'aire de distribution hivernale des Sarcelles. La niche écologique de cette espèce telle qu'elle est définie en Camargue peut donc être considérée comme représentative de la niche effective des Sarcelles pendant leur phase d'hivernage.

Henri CAGNIANT. — *Les peuplements de fourmis des forêts algériennes. Ecologie, biocénose, essai biologique.* Thèse Faculté des Sciences de Toulouse, janvier 1973.

Couvrant 350 000 km², l'Algérie proprement dite (Sahara exclu) présente une structure géographique simple, axée sur deux grands ensembles montagneux, les Atlas tellien et saharien; le premier surplombe la Méditerranée, le second borde le désert.

Le climat est méditerranéen (xérothermique); humide ou sub humide sur la côte et les montagnes élevées, il devient semi aride vers l'intérieur et en Oranie.

Le chêne vert forme le fond de la végétation montagnarde, le Cèdre règne sur les sommets; le Chêne liège et le Chêne zéen dominant en régions humides tandis que le Chêne kermès, le Thuya ou le Genévrier rouge s'installent dans les contrées plus sèches; le Pin d'Alep enrésine ces diverses formations, en particulier sur substrat calcaire.

Presque partout, le couvert végétal a été fortement dégradé par l'action des hommes et des troupeaux.

Dans le but d'étudier les peuplements de Fourmis dans ce qui subsiste aujourd'hui des forêts algériennes, nous avons effectué des relevés dans 166 localités réparties sur la quasi-totalité des zones boisées du pays. La méthode employée est celle des prélèvements carrés-standard. L'expérience, vérifiée par le calcul, montre qu'il faut relever entre 10 et 13 carrés de 10 × 10 mètres dans une localité, pour avoir une probabilité de 80 % de trouver toutes les espèces de Fourmis de la biocénose.

Les principales composantes de milieu sont les composantes d'ordre géographique, le couvert végétal, les possibilités de nidifications, les facteurs édaphiques et la nature du substrat, auxquelles viennent se surajouter les déprédations anthropiques. Un bon critère d'appréciation de « l'ambiance forestière » de la station est la mesure du « pourcentage d'ombrage ».

L'influence et l'importance respectives des composantes de milieu sur la densité et la diversité de la myrmécophage terricoles ont été étudiées à l'aide de méthodes statistiques simples; nous aboutissons aux conclusions ci-dessous :

- Les stations les plus arides sont aussi les plus pauvres en Fourmis : c'est le nombre de nids par unité de surface qui diminue le plus notamment entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien.

- Le nombre d'espèces régresse nettement pour les altitudes trop élevées, principalement au-dessus de 1 500 mètres et encore plus au-delà de 1 700 mètres.

- Les pentes trop raides (plus de 35 à 45 %) sont défavorables à l'établissement d'une myrmécophage abondante et variée.

- Les couverts forestiers trop denses (supérieurs à 70-75 %) sélectionnent beaucoup les espèces.

- La plupart des fourmières étant établies sous les pierres, le nombre de celles-ci par unité de surface conditionne en grande partie les possibilités de nidifications et influe sur la densité et la diversité du peuplement myrmécologique.

- La composition chimique du sol n'intervient que secondairement : les terrains calcaires sont souvent

plus pauvres en Fourmis parce que plus secs, plus sensibles à l'érosion et au déboisement; les substrats gréseux bons conservateurs d'humidité, gardent au contraire une végétation en meilleur état et portent généralement les biotopes les plus riches en nids et en espèces.

— Les versants exposés au Nord ou à l'Ouest bénéficient des meilleures conditions climatiques et sont plus favorables à l'établissement d'une myrmécofaune diversifiée.

— Les Chênaies à feuilles persistantes, quand elles ne sont pas trop denses abritent des biocénoses abondantes en nids et en espèces de Fourmis; les Cédraies surtout lorsqu'elles se présentent en futaies épaisses, deviennent peu variées en espèces mais peuvent rester riches en nids.

— Une dégradation modérée du couvert végétal entraîne l'établissement de peuplements mixtes, mi-forestiers mi-héliophiles qui demeurent abondants et diversifiés tant que la dégradation n'est pas excessive.

En définitive, il apparaît que les biotopes forestiers optima pour les Fourmis terricoles, sont les stations de forêt claire de Chêne hêge ou de Chêne vert, sur sol gréseux ou schisteux épargné par l'érosion. Les stations pauvres sont celles de biotopes « extrêmes », lorsqu'une ou plusieurs composantes du milieu deviennent « facteurs limitants ».

Une méthode statistique descriptive (utilisée pour la première fois en myrmécologie), « l'analyse factorielle des correspondances », nous a permis de rechercher objectivement les similitudes entre les relevés de diverses localités. Elle présente l'avantage de conduire à une représentation graphique des résultats et de permettre l'appréciation simultanée des affinités entre espèces, entre milieux, entre espèces et milieux; outre l'aspect biocénotique, on peut ainsi aborder l'étude écologique des animaux étudiés.

Des impératifs d'ordre technique nous ont contraint à réduire le nombre de stations à considérer; aussi avons-nous sélectionné par une méthode non aléatoire, 99 « localités représentatives » sur les 166 de l'échantillon.

Pour la mesure des affinités, c'est l'abondance (nombre réel de nids) de chaque espèce qui a été envisagée, et non la simple présence-absence.

Sur les diagrammes d'analyse, les localités se disposent selon une série de gradients dont la « réification » permet de mettre en évidence les facteurs déterminant la répartition des espèces dans la nature. Nous retrouvons ici les principales composantes de milieu évoquées plus haut; par ordre d'importance, nous reconnaissons :

— un facteur climatique tenant compte du caractère humide ou aride des localités.

— un facteur pourcentage d'ombrage en rapport avec le caractère plus ou moins découvert ou ombragé des stations.

— le facteur altitude, exprimant la situation plus ou moins montagnarde et continentale des localités.

— des facteurs de végétation, prenant en considération la nature du couvert végétal.

On voit que les composantes : pente, exposition, nature du substrat n'apparaissent pas; ce sont des facteurs plutôt « physionomiques » que « morphogénétiques » pour les peuplements de Fourmis.

L'introduction des sous-espèces au lieu des seules espèces prises au sens large, fait apparaître un gradient biogéographique Sud-Nord.

Les divers types de biotopes se définissent sur des critères de floristique et de physionomie du couvert végétal. Cette étroite relation entre la végétation et la myrmécofaune n'a rien de surprenant si l'on considère que la première reflète fidèlement les conditions écologiques générales que subit également la seconde et conditionne, en outre, le microclimat que rencontrent les insectes au niveau du sol.

Les biocénoses de Fourmis (myrmécocénose) sont donc parallèles aux principales formations végétales. Nous avons pu définir huit « associations » (myrmécocénoses à caractère climatique ou sub-climatique) et plusieurs « groupements » (myrmécocénoses mal définies peuplant des biotopes dégradés par l'homme). Chaque association peut se subdiviser en « sous associations » à caractère régional, différenciées par des espèces ou des sous-espèces locales (principalement des *Aphanogaster* et des *Leptothorax*).

Partout où elle sévit, la dégradation du couvert forestier entraîne la perturbation des myrmécocénoses naturelles et leur invasion par des espèces banales de lieux découverts.

Nous avons distingué :

A) Le groupement à *Myrmica scabrinodis*, *Lasius niger* et *Ponera coarctata* est le plus hygrophile de tous; il peuple l'Aulnaie à sol tourbeux du lac Tonga; il est dominé par des espèces euro-asiatiques.

B) L'association à *Aphanogaster crocea*, *Lasius niger*, *Ponera coarctata* et *Myrmica graminicola* est une myrmécocénose de forêt ombreuse, humide et assez froide. Elle caractérise les forêts de Chênes à feuilles caduques (Chênes zéens); les euro-asiatiques y restent bien représentées.

C) L'association à *Solenopsis emeryi*, *Aphanogaster* et *Leptothorax*, plus thermophile et un peu moins hygrophile habite les Suberaies; les espèces méditerranéennes et maghrébines y dominent.

On peut distinguer un faciès littoral à *L. curtulus* s.l. et *Hypoconer eduardi* et un faciès méso montagnard faisant passage au Chêne zéen, à *L. spinosus* ou *monjouzei* et *P. coarctata*.

D) L'association à *Leptothorax* et *Aphenogaster* des forêts de Cèdres présente un caractère plus xérophile et plus orophile que celle de la Zéenaie. Elle est dominée par des espèces à répartition essentiellement maghrébine.

Le faciès d'altitude à *Leptothorax* dominants se différencie surtout dans l'Aurès. Le groupement à *Leptothorax* dominants des Babors en est l'équivalent tellien.

E) Les pelouses et pâturages pseudo-alpins des montagnes atlantiques sont caractérisés par l'association à *Messor*, *Solenopsis occipitalis* et *Tetramorium maurum* et d'autres fourmis endémiques berbères, orophiles et praticoles.

Un peuplement diminué, mais différencié par *Myrmica aloba* occupe les rocaillies et pelouses culminales.

Aphenogaster rupestris indique les faciès de corniches calcaires dans le sud Constantinois. Les clairières en Cédraies de l'Atlas algérois et de l'Ouarsenis sont caractérisées par *Messor bernardi*.

F) L'association à *Leptothorax spinosus* s.l., *Aphenogaster* et *Camponotus* occupe les Chênaies vertes des étages sub-humide et semi-aride. Elle est moins forestière et moins montagnarde que celle de la Cédraie, moins thermo-hygrophile que celle de la Suberaie; les espèces maghrébines y dominent sur les espèces plus largement méditerranéennes.

G) Le peuplement des biotopes ouverts dans l'étage du Chêne vert rassemble des espèces « banales » de lieux découverts ou forestiers à large amplitude, que l'on retrouve dans toutes les forêts dégradées.

H) Quatre groupements plus ou moins héliotermo-philés, avec *Leptothorax curtulus* et *Camponotus sicheli*

caractérisent les formations enrésinées par le Pin d'Alep.

On peut distinguer :

— Un faciès littoral, vicariant généralement calcicole du Chêne liège et aussi plus dégradé.

— Un faciès méso montagnard, présentant un peuplement encore voisin de celui du Chêne vert dans l'étage sub-humide mais nettement plus xérophile dans l'étage semi-aride (*Monomorium salomonis*, *Acantholepis frauenfeldi*, *Acrocoelia ælstrygon*).

I) Le Genévrier rouge non montagnard et les formations dégradées de l'Atlas saharien et du sud de l'Aurès ont un peuplement à base d'espèces méridionales comme *Leptothorax tebsessae* et *L. oranensis*, associés à des banalités xérophiles. Le faciès sur rocher est partout très dégradé; le faciès sabulicole s'accompagne de *Proformica menozzi* et *Oxyopomyrmex emeryi*.

J) L'association xérophile du Genévrier rouge montagnard se caractérise par la coexistence de *Leptothorax tebsessae* et *L. pupseli*.

K-L) Les monts d'Aïn Sefra présentent deux associations particulières où apparaissent des formes marocaines, en particulier *Aphenogaster prædo*.

On retrouve l'association à *Leptothorax spinosus* (ici var. *maurus*) et *Camponotus* dans le Chêne vert; l'association à *Leptothorax tebsessae* et *L. pupseli* (ici var. *locales*) revient avec le Genévrier rouge, ainsi qu'un faciès sabulicole à *Proformica menozzi* et *Oxyopomyrmex emeryi*.

L'inventaire des Fourmis algériennes (Sahara exclu) se monte à 121 espèces où l'on peut reconnaître un certain nombre de sous-espèces ou de races géographiques. Plus de 57 % sont des Ibero-berbères (ou Ibero-maghrébines) et près de 34 % des méditerranéennes au sens large; les euro-asiatiques avec extension paléarctique ne font qu'environ 6,5 % et les éthiopiennes ou cosmotropicales seulement 2,5 %. L'endémisme de cette faune serait d'à peu près 45 %.

ANALYSES D'OUVRAGES

J. BOUCHON, A. FAILLE, G. LEMÉE, A.-M. ROBIN et A. SCHMITT avec la participation technique de M. BENEDEAU. — *Cartes et Notice des sols, du peuplement forestier et des groupements végétaux de la réserve biologique de la Tillaie en forêt de Fontainebleau*. Université de Paris-Sud, laboratoire d'Ecologie végétale, 91 Orsay, 10 pages, 2 cartes couleur, 1 carte noir.

Ces cartes ont été établies à très grande échelle (1/1 000^e) afin de rendre compte exactement de la répartition des sols, des groupements végétaux et de la structure du peuplement qui sont très diversifiées dans la parcelle de la Tillaie.

On y observe en effet une séquence de sols allant du sol brun calcaire au podzol forestier en passant par les sols lessivés, lessivés podzoliques et ocre podzoliques, en relation essentiellement avec l'épaisseur des sables éoliens déposés au-dessus du calcaire de Beauce. Dans la partie Nord-Ouest, ces sables reposent sur le grès de Fontainebleau et donnent naissance à des sols lessivés podzoliques et ocre podzoliques.

La carte des groupements végétaux, imprimée sur papier translucide, montre par superposition avec la carte des sols une bonne correspondance avec ces derniers :

1) la hêtraie à Graminées et *Ruscus* de l'*Eu-Fagion*, la plus riche floristiquement, est sur les sols bruns et lessivés;

2) la hêtraie intermédiaire, floristiquement plus pauvre et marquée par la présence de quelques acidiphiles du groupement suivant (*Luzulo-Fagion*), repose essentiellement sur les sols lessivés podzoliques et ocre podzoliques peu évolués;

3) la hêtraie acidiphile à *Ilex* et *Carex pilulifera*, sans Graminées, du Quercion *robori-petraeae*, couvre le sol ocre podzolique évolué et le podzol.

Les clairières peuvent être colonisées par des espèces sociales héliophiles : ronces sur les sols non podzolisés, fougère-aigle sur sols podzoliques et podzols, *Brachypodium pinnatum* sur sols bruns et lessivés, *Calamagrostis epigeios* sur tous les sols. L'extension de ces 4 espèces, auxquelles s'ajoute une petite tache de callune, a été cartographiée en 1969.

La carte de structure du peuplement ligneux établie en 1968, met en évidence les caractéristiques suivantes :

1) les essences constituantes sont essentiellement le hêtre, dont les individus les plus beaux atteignent 40 m de hauteur et dépassent 3 m de circonférence à 1 m 30; on comptait encore, en 1968, 40 exemplaires très âgés; s'y ajoutent quelques charmes, frênes, tilleuls, érables champêtres.

2) le peuplement de hêtre est constitué d'une mosaïque de petites surfaces d'âge différent, allant de la clairière ouverte par mort sur pied ou par chablis jusqu'aux bouquets d'arbres très âgés et dépérissants doublés d'un sous-étage plus ou moins dense.

3) les arbres abattus par les 2 tempêtes de 1967, au nombre de 154, ont été figurés sur la carte.

Les cartes ainsi établies fixent un moment d'une évolution continue, à 3 composantes :

1) évolution cyclique avec l'âge du peuplement dont la durée de vie est comprise entre 200 et 300 ans;

2) évolution linéaire par le remplacement, presque achevé à la Tillaie, du chêne sessile par le hêtre;

3) à une échelle de temps beaucoup plus longue, possibilité d'une tendance générale vers le lessivage du sol, puis sa podzolisation, sous l'action d'un climat humide et dans un matériau très pauvre en argile et en sesquioxydes.

Ainsi la parcelle de la Tillaie, non soumise à l'exploitation, se présente-t-elle comme un ensemble climatique de biocénoses et de sols en équilibre dynamique dont les fluctuations pourraient être quantitativement précisées par des levés cartographiques ultérieurs.

G. LEMÉE

Kenneth MELLANBY, 1971. — *The Mole*. The New Naturalist, London, Collins ed., 159 p.; 18 photographies et 35 figures.

Kenneth MELLANBY publie un ouvrage sur la Taupe dans une collection qui nous a déjà valu d'excellentes monographies de Mammifères, en particulier « The Badger » par E. NEAL. Les travaux consacrés à la biologie de *Talpa europaea*; dans la nature, sont rares

ou ... fantaisistes. Celui-ci, d'une lecture facile, est empreint de toute la rigueur scientifique souhaitable. Une trentaine de pages traitent succinctement de l'anatomie et de la reproduction, une dizaine d'autres des animaux qui mènent le même genre de vie mais l'essentiel est consacré à la Taupe dans son milieu naturel. Le principal intérêt, pour les écologistes, est la comparaison de la place tenue par *Talpa europaea* dans diverses biocénoses; celles des bois de feuillus ou de conifères, des marais, des zones sableuses, des champs cultivés, des pâturages ou des jardins. Est-elle nuisible? Est-elle utile? L'auteur se garde, à juste titre, de conclure.

Certains reprocheront à K. MELLANBY l'absence de toute donnée systématique ou encore le caractère un peu succinct de la bibliographie. L'ouvrage répond, en fait, à l'image de marque de la collection. C'est un travail de « naturaliste ».

Marie-Charlotte SAINT GIRONS

Yann BREKILLEN, 1972. — *La Bretagne qu'il faut sauver*. Nature et Bretagne, 38, rue Jeanne-d'Arc, 29000 Quimper, 312 p., photos et gravures.

Livre consacré à l'étude de l'environnement breton et des lois naturelles et humaines qui le régissent. Sauver le corps de la Bretagne, sauver l'âme de la Bretagne, sauver l'esprit de la Bretagne, voici les trois volets principaux du tryptique. Le premier intéressera tous les écologistes, les questions du littoral et du bocage étant traitées avec exactitude. Les deux autres volets sont plus spécifiquement bretons, mais ils posent les problèmes de l'histoire et de la régionalisation, de telle sorte que tout citoyen doit se sentir impliqué.

Le centralisme jacobin, d'essence d'ailleurs beaucoup plus ancienne est, à juste titre, mis en accusation. Livre utile, qui vient en son temps et dont la lecture est d'autant plus instructive que le style est clair et alerte. Une juste passion, témoin d'une sincérité inentamée, est toujours attachante.

C. D. D.

Roger HEM, 1973. — *L'angoisse de l'An 2000*. Editions de la Fondation Singer Polignac, 43, rue Georges-Mandel, 75016 Paris, 399 p.

Ce livre constitue un recueil de morceaux choisis correspondant aux multiples interventions de Monsieur HEM dans le domaine de la Protection et de la Conservation de la Nature, de l'Environnement de l'homme, voire même de l'Architecture.

On y retrouve le cheminement de l'action d'un pionnier, d'abord pour certains passages d'une époque où les bavards n'étaient pas du bon côté de la barricade, et où les esprits lucides, attentifs à l'action, se comptaient par quelques dizaines sur le plan international. La lecture en est donc passionnante et, il faut bien le dire, le texte est lui-même passionné, en certains passages, à juste titre, passionnel!

La forme de présentation adoptée, par définition, ne peut exclure quelques redites, de ci, de là.

Si l'on tient compte du fait qu'il faut plusieurs coups de marteau pour enfoncer un clou, le lecteur n'en ressentira pas de lassitude ... mais au contraire, chose intéressante, goûtera au plaisir de suivre une pensée qui s'est définie progressivement en fonction d'actions parfois ponctuelles, parfois généralistes.

C. D. D.

